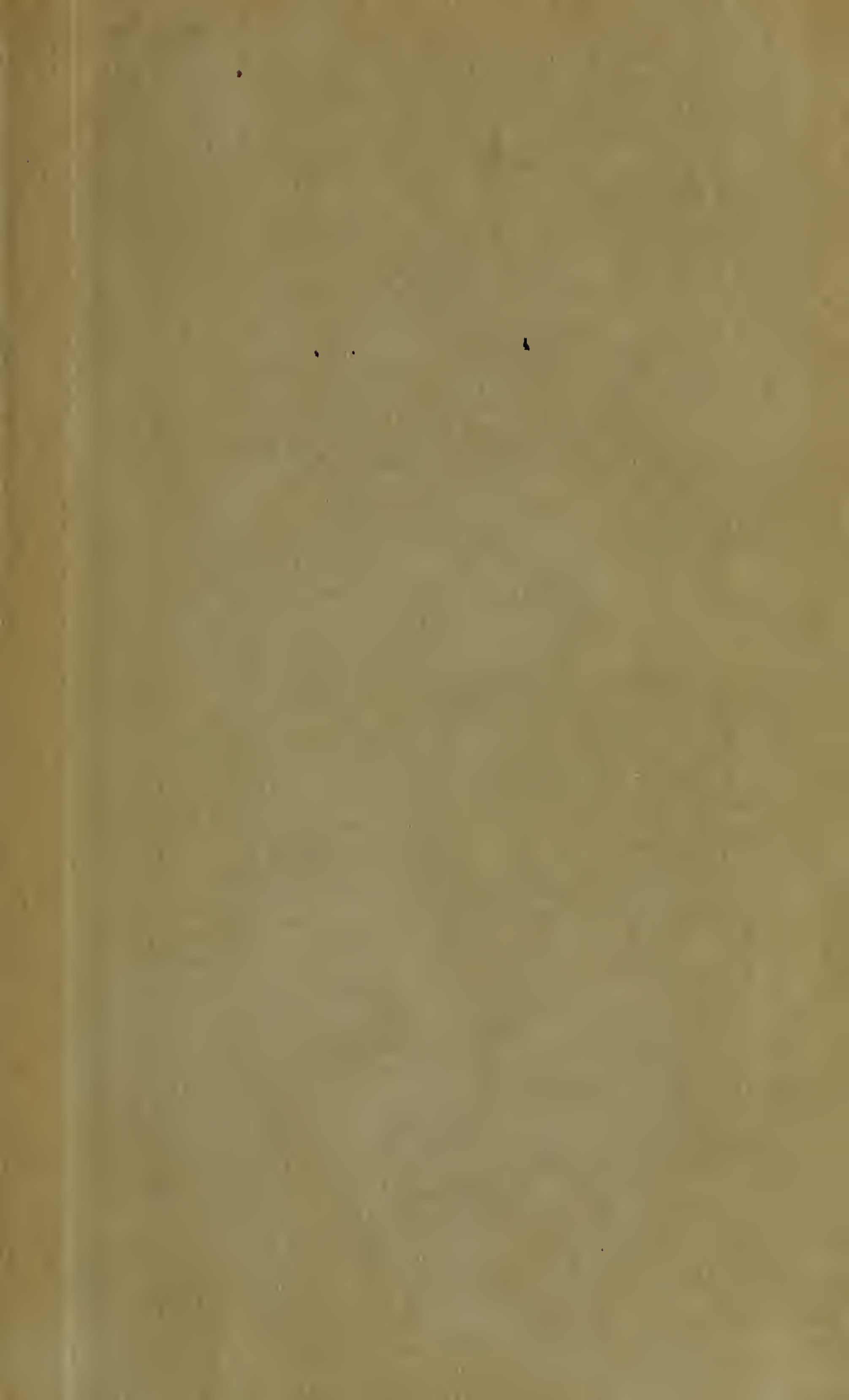








DAS

GEHEN DES MENSCHEN

IN

GESUNDEN UND KRANKEN ZUSTÄNDEN

NACH SELBSTREGISTRIRENDEN METHODEN

DARGESTELLT

VON

DR. HERMANN VIERORDT,

I. ASSISTENZARZT DER MEDICINISCHEN KLINIK AN DER UNIVERSITÄT TÜBINGEN.

MIT 11 LITHOGRAPHISCHEN TAFELN UND 6 IN DEN TEXT GEDRUCKTEN HOLZSCHNITTEN.

TÜBINGEN, 1881.

VERLAG DER H. LAUPP'SCHEN BUCHHANDLUNG.

Druck von H. Laupp in Tübingen.

Vorwort.

In vorliegender Schrift sind die in einer längeren Versuchsreihe über Registrirung der räumlichen und zeitlichen Verhältnisse des Gehens gewonnenen Resultate niedergelegt. Die Ausdehnung der Untersuchungen auch auf das pathologische Gebiet musste ich als besonders wichtig ansehen in Anbetracht der Rolle, welche die Gehfunktion von jeher bei Krankheiten des Nervensystems gespielt hat, wo sie oft genug das feinste Reagens auf gewisse Störungen desselben darstellt. Die manchem vielleicht überflüssig erscheinende, genaue und detaillirte Wiedergabe der Messungsresultate, die übrigens in die Tabellen an den Schluss des Werkes verwiesen sind, konnte um so weniger unterdrückt werden, als gerade in der Verfolgung des Ganges von Schritt zu Schritt ein wesentlicher Vortheil meiner registrirenden Methoden zu suchen ist, der Beleg hiefür aber nur durch Reproducirung der direkt gewonnenen Zahlenwerthe erbracht werden kann. Bei dem verhältnissmässig grossen Materiale aber, das schon der einzelne Versuch anhäuft, wird auch die Beschränkung entschuldbar sein, die ich mir, speciell im pathologischen Theile, in einem bisher so gut wie nicht bearbeiteten Gebiete auferlegt habe; die Unmöglichkeit, Vollständiges und Erschöpfendes überhaupt zu bringen, rechtfertigt das in gewissem Sinne eklektische Verfahren bezüglich der pathologischen Fälle, die nach Massgabe des vorhandenen klinischen Materiales in die Untersuchung hereingezogen wurden.

Die an sich leicht ausführbare, gleichzeitige Untersuchung der räumlichen und zeitlichen Verhältnisse habe ich aus äusseren Gründen unterlassen, da schon eine genügende Zahl von Fällen der ersten Kategorie registrirt war, als die mehrere Monate zur Herstellung erfordernden zeitmessenden Apparate (Schuhe und Kymographion) in Gebrauch genommen werden konnten.

Von der Registrirung des in seinen zeitlichen Beziehungen noch in mancher Hinsicht nicht aufgeklärten Ganges der Vierfüssler musste ich, als meinen vorzugsweise klinischen Zwecken ferner liegend, absehen. Besondere Schwierigkeiten wird die Technik nicht haben können. —

Für Ueberlassung der Kranken der hiesigen medicinischen Klinik zu meinen Versuchen sage ich meinem verehrten Chef, Herrn Prof. Dr. v. Liebermeister, meinen ergebensten Dank; während der Untersuchungen selbst hat mir mein lieber Vater die Hilfsmittel des physiologischen Institutes zur Verfügung gestellt und mich, zumal auch bezüglich der technischen Seite, wirksamst unterstüzt.

Tübingen, 8. Mai 1881.

Der Verfasser.

Inhaltsverzeichniss.

Zweiter Theil.

Die zeitlichen Verhältnisse der Gehbewegung.

II. Physiologischer Theil.

III. Pathologischer Theil.

Tabellen.



Wer nach den klassischen Untersuchungen der Gebrüder Weber über das Gehen erneute Studien unternimmt, der muss selbstverständlich andere Ziele und Gesichtspunkte in's Auge fassen, als sie jenen beiden Forschern vorschwebten. Denn in ihrer »Mechanik der menschlichen Gehwerkzeuge« (Göttingen 1836) erscheint das grosse Material des zu bearbeitenden Stoffes mit solcher Klarheit und Umsicht geordnet und ist allen beim Geh-Akte in Betracht zu ziehenden anatomischen, physiologischen und mechanischen Einzelmomenten mit einer Sorgfalt Rechnung getragen, dass auch heute noch, nach 45 Jahren, der, wenn ich es so ausdrücken darf, allgemeinen (durchschnittlichen) Mechanik des menschlichen Gehens nichts Wesentliches mehr wird hinzugefügt werden können.

Was vor den Gebrüdern Weber geleistet war, sind im Ganzen nur fragmentarische, zum Theil rein hypothetische Bemerkungen über den Mechanismus des Gehens (s. d. Uebersicht b. Weber, pag. 388), die manches Irrige enthalten troz der bedeutenden Namen, denen wir unter den Autoren begegnen — Gassendi, Borelli, Haller, Barthez, Magendie. —

»Zur Grundlage einer Theorie des Gehens und Laufens werden Messungen erfordert« [1]) — diesem von ihnen selbst ausgesprochenen Saze sind die Gebrüder Weber in einer grossen Zahl von Versuchsreihen gerecht geworden; die Resultate ihrer Untersuchungen sind Mittelwerthe des (gesunden) erwachsenen Menschen, welche für die erste Begründung einer Theorie der Mechanik dieser complicirten Bewegung zunächst gefordert werden mussten. — Mit zum Theil höchst einfachen Methoden wurde ermittelt: die durchschnittliche Länge des Schrittes aus Weglänge dividirt durch Schrittzahl, durchschnittliche Schrittdauer, aus der Zeit des Gehens

1) Mechanik pag. 227.

dividirt durch die Schrittzahl. Zu ihren Versuchen stand den Untersuchenden eine fast 44 Meter lange Bahn zur Verfügung, die jegliche Störung, namentlich von Seiten des Windes [1]), ausschloss. Die ersten und lezten Schritte wurden von der Berechnung ausgeschlossen, leztere schon desshalb, weil sie durch eine Wand, auf welche der Gehende zuschreitet, »unwillkürlich« beeinflusst werden. Im Uebrigen wurde vorausgesezt, dass bei ungestört fortgeseztem Gehen alle Schritte sowohl ihrer Länge als ihrer Dauer nach gleich seien« (a. a. O. pag. 228).

Zur Bestimmung der Neigung des Rumpfes (l. c. pag. 232) wurde seitlich am Rumpfe eine gerade Linie angebracht und der Gehende mit einem Fernrohre betrachtet, in dessen beweglichem Ocular ein Faden gespannt war. Dadurch, dass man den lezteren durch geeignete Drehung mit der Geraden am Rumpfe zusammenfallen liess, konnte der Neigungswinkel des Rumpfes ermittelt werden.

Die vertikale Schwankung des Rumpfes wurde mit dem Fernrohr bestimmt, in dem man einen am Rumpf markirten Punkt durch ein im Fernrohr angebrachtes Micrometer wandern liess und so dessen wahre Bewegung berechnete.

Die Dauer des Aufstehens des Beines auf dem Boden wurde durch eine besondere Vorrichtung [2]) direkt bestimmt, die Zeit des Schwingens des Beines berechnet aus der Doppelschrittdauer vermindert um die Zeit des Aufstehens des Beines.

Mit diesen Mittelwerthen war es den Gebrüdern Weber auch möglich, eine Reihe von Gesezmässigkeiten im Gehen zu ermitteln, Schrittlänge und Geschwindigkeit, Schrittdauer und Schrittlänge etc. in Beziehung zu einander zu sezen, für eine gegebene Schrittdauer die geeignetste Schrittlänge zu eruiren u. s. w.

36 Jahre nach Erscheinen des Werkes der Gebrüder Weber hat Carlet (Essai expérimental sur la locomotion humaine. Annal. d. sciences nat. - Zoologie. XVI. Paris 1872, Article Nr. VI) neue

---

1) »Der Wind stört auch bei geringer Stärke die Versuche und ändert die Resultate merklich ab«, a. a. O. pag. 228.

2) Der Fuss hielt, so lange er auf dem Boden aufstand, ein bewegliches Trittbrett niedergedrückt und löste für diese Zeit den Gang einer Tertienuhr aus, aus deren Stand vor und nach dem Versuch die Zeit gefunden wurde (a. a. O. pag. 265. Abbildungen Tafel XVII. Fig. 21).

Untersuchungen über das Gehen veröffentlicht. Er bediente sich bei denselben der Marey'schen selbstregistrirenden Apparate. Ein kleiner, fester, aufrecht stehender Cylinder, mit berusstem Papier überzogen, dient zum Aufschreiben; am Cylinder ist eine in horizontaler Richtung drehbare Achse von 3 Meter Länge angebracht, deren freies Ende der Gehende vor sich her schiebt; der Weg, den dieser durchmisst, ist demnach eine Kreisbahn von c. 19 Meter Peripherie, von der Carlet meint, annehmen zu können, dass sie dem Gehenden dieselben Bedingungen, wie eine geradlinige Bahn, bietet [1]). — Unter der Sohle des Gehenden ist ein kleiner, dickwandiger, aus 2 einzelnen Kammern (für Ferse und Ballen) bestehender Ballon von Kautschuk angebracht, der mit eben solchen Schläuchen zusammenhängt, welche, von der erwähnten Horizontalachse gestüzt, beim Gehen mit dieser fortgeschoben werden. Am Ende der Schläuche befindet sich ein »tambour enregistreur«. Wird nun, beim Aufsezen des Beines auf den Boden, der Sohlenballon gedrückt, so wird damit ein gewisses Quantum Luft in den Schlauch und von da in den Tambour übergedrängt, und so eine entsprechende Ordinate auf das Kymographion verzeichnet. In der Zeit der Schwingung verzeichnet der Tambour eine gerade Linie. Carlet hat durch Auflegen von Gewichten auf den Sohlenballon seinen Apparat calibrirt, um die Grösse des, während des Aufstehens des Fusses auf dem Boden wechselnden, Druckes bestimmen zu können. Dass es sich dabei bloss um approximative Werthe handeln kann, liegt auf der Hand. Uebrigens sind die Wände des Sohlenballons so resistent, dass auch bei grösserem Drucke nie alle Luft aus demselben verdrängt werden kann. — Da ausserdem noch der registrirende zweiarmige Hebel am Cylinder die Zeit markirt, so lässt sich mit Hilfe

---

1) Dies ist aber thatsächlich nicht der Fall. Rechnet man den Abstand des eines Beines von dem Centrum des Kreises zu 3 Meter, den Abstand des innern Beines bei einer »Spreizweite« (s. u. pag. 16) von 100 Mm. zu 2,9 Mtr., so durchläuft das äussere Bein in der Kreisbahn einen Weg von 18849 Mm., das innere von 18221 Mm.; auf den ersteren Weg gehen genau 31 Schritte à 608 Mm. Da nun die Wegdifferenz 628 Mm. beträgt, so differiren die einzelnen Schritte von vorneherein um 20,3 Mm., d. h. um $\frac{1}{30}$, was durchaus nicht gleichgiltig ist und mit einer entschiedenen Mehrleistung des einen Beines verbunden sein muss. Jedermann kann sich ohne Weiteres überzeugen, dass das Gehen in einem Kreis von selbst nach grösserem Radius, als ihn Carlet wählte, kein völlig ungezwungenes Gehen ist.

dieser Methode Dauer der Schwingung, sowie Beginn, Dauer und Ende des Aufstehens des Fusses auf dem Boden bestimmen. Auch die Länge der Einzelschritte in 50fach verkleinertem Massstabe konnte am Cylinder abgemessen werden.

Mit analogen Mitteln, die aber ohne Abbildung hier nicht wohl verständlich gemacht werden könnten (s. a. a. O. pag. 16 ff.), hat Carlet die Schwankungen des Rumpfes, sowie die Rumpfneigung auf den Cylinder aufgeschrieben. — Auffallend ist es, dass Carlet in seiner Abhandlung eigentlich nur wenige Messungen gibt. Es soll damit nicht gesagt sein, dass er sich dadurch selbst in den Verdacht der »précision fictive« bringt, die er den beiden Weber anmuthet; aber völlig ungerecht wird er gegen die hochverdienten Forscher, wenn er schreibt: »On ne doit pas attacher une grande importance aux résultats expérimentaux des Weber«. Die Behauptung, dass im Weber'schen Werke zahlreiche mathematische Fehler enthalten seien, braucht nicht weiter erörtert zu werden.

Wenn es schwierig, oft sogar unmöglich ist, über die Leistung eines complicirten Apparates von vorne herein und ohne mit demselben experimentirt zu haben, sich ein Urtheil zu bilden, so kann ich es doch nicht unterlassen, einige Bedenken gegen die Carlet'sche Methode hier vorzubringen. Von dem Gehen in einer Kreisbahn, das gewiss dem gewöhnlichen Gehen nicht ohne Weiteres gleich zu sezen ist, habe ich schon weiter oben gesprochen; ferner wird durch die vom Gehenden zu schiebende Horizontalachse der Gang in merklicher Weise beeinflusst, wenn schon, nach Weber (s. o. pag. 2 Anmerkung), eine irgend stärkere Bewegung der Luft dies zu thun im Stande ist. Ob der unter der Sohle angebrachte Luftbehälter aus Kautschuk ein freies, ungehindertes Gehen gestattet, will ich dahingestellt sein lassen. Zur Untersuchung des Laufens ist die Carlet'sche Methode, schon wegen der fortzuschiebenden Horizontalachse, gar nicht geeignet. Jedenfalls werde ich späterhin Gelegenheit nehmen können, einzelne mit der Carlet'schen Methode gewonnene Resultate, die schon mit den gewöhnlichen Erfahrungen im direktem Widerspruch stehen, eingehender zu besprechen.

Marey hat unlängst (Compt. rend. T. XCI. 1880. pag. 261) einen Apparat, den »Odographen«, deutsch richtiger wohl Hodographen, angegeben, um die Zahl der Schritte in einer gegebenen Zeit

registriren zu können. Ich citire aus dem »Naturforscher« 1880. Nr. 38. Aehnlich, wie bei Carlet, ist eine kleine Sohle in oder unter dem Schuh angebracht, welche einen Schreibhebel durch Luftübertragung in verticaler Richtung hebt. Jeder Schritt hebt den Schreibhebel um $\frac{1}{100}$ Mllmtr. (1000 Schritte also um 1 Centmtr.). Die Hebungen werden auf eine, sehr langsam rotirende, Kymographiontrommel verzeichnet, indem eine Stunde auf der Trommeloberfläche durch 60 Mm. repräsentirt ist; also würde einer Zeitsecunde 0,017 Mm. auf dem Kymographion entsprechen. Die direkten Angaben der Kymographiontrommel beziehen sich also nur auf die Zahl der Schritte und die Zeit des ganzen Versuches. Marey beabsichtigt mittelst dieses Verfahrens »den Einfluss der Beschaf- »fenheit des Terrains, der Temperatur, des Hungerzustandes oder der »Verdauung, der Ermüdung u. s. w. des Gehenden, ferner des freien »Gehens im Vergleich zu dem durch die Trommel oder die Trompete »geregelten Gang zu untersuchen. Endlich wird man die Modifica- »tionen verfolgen können, welche die Gymnastik im Gang der Sol- »daten hervorbringt, die diesen Uebungen ausgesezt werden.«

Ich habe mit meiner, weiter unten zu beschreibenden Untersuchungsmethode die complicirten Bewegungen während des Gehens in mehr unmittelbarer Weise zu fixiren gesucht, hauptsächlich auch in der Absicht, die individuelle Gangart in ihren Einzelschritten zu charakterisiren und das bisher so gut wie gar nicht berücksichtigte pathologische Gehen mit einfacheren, auch beim Kranken anwendbaren, Methoden in den Bereich meiner Untersuchung zu ziehen. Die waidmännische Praxis hat es in Kenntniss und Deutung der Fährten und Spuren des jagdbaren Wildes zu einer grossen Virtuosität gebracht (vergl. z. B. Fährten- und Spurenkunde von E. v. d. Bosch, Berlin 1879), lediglich mit Hilfe direkter Anschauung und (abgesehen vielleicht von einfachen Messungen räumlicher Dimensionen) ohne Anwendung von Apparaten.

Für medicinisch-gerichtliche Zwecke ist schon 1850 von Hugoulin ein Verfahren angegeben, um Fussspuren mittelst nachträglichen Abgusses zu fixiren und wiederzuerkennen (cf. A. Jaumes, étude des procédés employés pour relever les empreintes sur le sol. Annal. d'Hygiène publ. Fevr. 1880. 3me Série. Tome III. pag. 168 ff.); ein ähnliches Verfahren könnte zur Lösung einzelner Fragen bezüglich

des Gehens wohl benützt werden, würde aber stets eine weiche, eindrückbare, das Gehen sicherlich behindernde Bodenfläche voraussezen und wäre vor Allem ziemlich unbequem und umständlich, würde namentlich auch wesentlichste Momente, die wechselnden Zustände des bald schwingenden, bald stüzenden Beines nicht zum Ausdruck bringen können.

Es muss somit eine Methode gewisse Vorzüge bieten, welche einen natürlichen Abdruck der einzelnen Phasen der Bewegung während des Gehens herzustellen vermag, nicht bloss aus der Gesammtsumme der complicirten Bewegungen Einzelnes hervorhebt, sondern dieselbe von Anfang bis zu Ende graphisch verzeichnet und dauernd fixirt.

Die in neuerer Zeit zur Registrirung namentlich des Ganges des Pferdes verwandten photographischen Instantanbilder sind für gewisse Zwecke sicherlich höchst werthvoll, für die ärztliche Praxis aber wohl nicht geeignet, abgesehen davon, dass sie wesentliche Dinge, wie seitliche Spreizweite und selbst die zeitlichen Verhältnisse nicht zum Ausdruck bringen könnte.

Zur Heraushebung einzelner Phasen der Bewegung könnte wohl auch die momentane grelle Beleuchtung benüzt werden, bei welcher das Bewegte scheinbar stille steht und dann leichter in seinen Einzelphasen untersucht werden kann.

Meine Aufgabe zerfällt in 2 Hauptabschnitte:

1) Die graphische Darstellung der Gehbewegung im Raum und
2) die Messung der zeitlichen Verhältnisse in den Einzelphasen des Gehens.

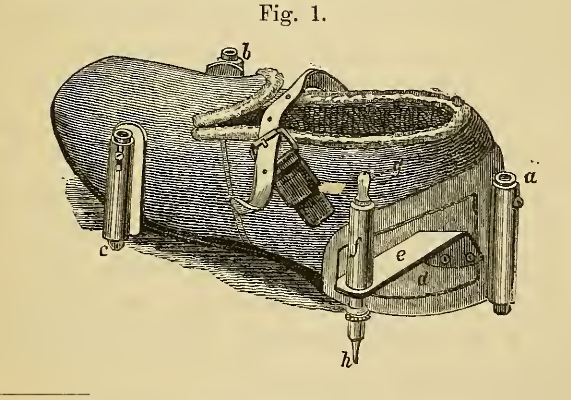
Erster Theil.

as Gehen und Laufen in seinen räumlichen Beziehungen.

I. Technik [1]).

Es kam mir vor Allem darauf an, Stellung und Richtung des usses während des Aufsezens auf dem Boden, d. h. die eigentlichen ussspuren, so aufzuzeichnen, dass sie für spätere bequeme und sichere lessung dauernd fixirt wären. Zwei in der Längsachse der Fusssohle elagerte Punkte, welche während des Aufsezens des Fusses irgend ine Marke auf dem Boden hinterliessen, würden vollkommen auseichend sein. Aus mehr technischen Gründen sind an den bei den ehversuchen benüzten, ziemlich starksohligen und selbstverständlich ut anschliessenden Filzschuhen drei Markirpunkte angebracht, der ine hinten an der Ferse — »Ferspunkt« (Fig. 1. a), die beiden aneren am inneren und äusseren Fussrand (Fig. 1. b und c) in der Höhe es Ballens der grossen Zehe, so dass eine vom Ferspunkte auf die

Fig. 1.



1) Ich habe die Technik erstmals kurz beschrieben im »Centralblatt für medic. Wissenschaften« 1880. Nr. 14.

Verbindungslinie der beiden vorderen Punkte gefällte Senkrechte die Längsachse des Fusses darstellt. Diese 3 Markirpunkte entsprechen der unteren Oeffnung eines central durchbohrten und senkrecht am Schuh befestigten Messingcylinders von 53 Mm. Höhe und 8 M. Dicke. Das Lumen der Bohrung beträgt nahezu 4 Mm. Diese Messingcylinder sind übrigens nicht direkt am Schuh befestigt, sondern in eine Messinghülse eingelassen, in dieser verschieblich und durch 2 Schrauben stellbar. Den Fersentheil des Schuhes umschliesst eine Messingkappe (d), wodurch der Schuh mehr Festigkeit erhält und zum Tragen anderer Vorrichtungen (s. u. pag. 10) benützt werden kann. Das Gewicht der zu den Versuchen benützten vier Schuhpaare beträgt 921, 937, 672, 406 grmm. Ein Paar von mir öfters getragener Stiefel wiegt 1078 grmm. Steht der Schuh auf dem Boden auf, so werden die unteren, in gleiche Ebene mit der Fusssohle gestellten, Cylinderenden mit mässigem Drucke auf die Unterlage aufgedrückt. Der durchbohrte Cylinder nimmt irgend eine stark färbende und in der Farbe dauerhafte Flüssigkeit auf; an seinem unteren, dem Boden aufzudrückenden, Ende ist er mit einem kleinen, aus der Röhre eben noch vorragenden Baumwollpfröpfchen geschlossen, um ein zu rasches Abtropfen der Flüssigkeit zu verhüten. Für jeden Fuss wird zweckmässig eine besondere Farbe ein für allemal gewählt behufs rascherer Orientirung; ich benützte für den rechten eine Lösung von Fuchsin, für den linken eine solche von Anilinblau. Es werden durch dieses Verfahren, das wir kurz das Abdruckverfahren nennen wollen, in der Zeit, in welcher der Fuss auf dem Boden ruht, entsprechend den drei Messingcylindern, drei farbige Punkte von je 4—5 Mm. Durchmesser auf die Unterlage aufgedrückt; für den übrigens nicht häufigen Fall, dass aus irgend einem Grunde der eine oder andere Punkt nicht mit deutlicher Farbe markirt sein sollte, kann meist in einem (nicht farbigen) ringförmigen Eindruck des Cylinders der Markirpunkt gefunden werden; im Nothfalle lässt er sich, da die Abstände der drei Punkte bekannt sind, durch Construktion finden. In der Zeit, in welcher das Bein schwingt, soll aus dem Cylinder keine Flüssigkeit abtropfen, was bei passend gewählter Grösse und Dichtigkeit des Baumwollpfropfes leicht zu erreichen ist.

Die Gehversuche wurden in einem über 10 Meter langen und entsprechend breiten Arbeitssaale des physiologischen Institutes ange-

stellt. Derselbe enthielt, um ein freies und ungehindertes Gehen zu ermöglichen und um andererseits keinerlei Anhaltspunkte für die Direktion des Gehens zu geben, keine Möbel. Die Versuchsperson gieng auf einem die ganze Zimmerlänge einnehmenden, c. 1 Meter breiten Streifen von gröberem gelblichem Strohpapier, das mit Heftstiften gleichmässig auf dem Boden gespannt erhalten wurde. Da sie »in gerader Richtung« sich bewegen sollte, so gieng sie, ohne dabei einen besonderen Zielpunkt im Auge zu haben, von der einen Schmalseite des Zimmers über das Papier hinweg zu ungefähr der entsprechenden Stelle der gegenüberliegenden Schmalseite. Die wirkliche gerade Direktion war dadurch ermittelt, dass von der Mitte der einen Schmalseite genau zur Mitte der entgegengesezten ein Messingdraht gespannt wurde, welcher, je an einem senkrecht in den Boden eingeschlagenen Stimmnagel befestigt, durch Umdrehen desselben nach Bedürfniss angezogen werden konnte. Diesem Drahte entsprechend wurde die gerade Direktionslinie auf das unter demselben ausgespannte Papier mittelst Lineal und Bleistift aufgezeichnet. Ist der Draht nicht zu dick und liegt er nahe dem Boden auf, so kann er auch während des Gehens, wenigstens bei geübteren Versuchspersonen, liegen bleiben. Wo man zu fürchten hätte, dass er stören könnte (z. B. bei unsicherem Gehen), ist er nach Aufzeichnung der eben erwähnten Direktionslinie durch Abwickeln an dem einen Ende jedesmal vor Anstellung des eigentlichen Gehversuches zu entfernen, was bei meinen Versuchen fast ausnahmslos der Fall war. Ein Versuch sollte erst unternommen werden, nachdem die Versuchsperson zuvor mit dem Einzelnen vielleicht etwas unbequemen Schuhwerk eine Anzahl von Schritten ohne Farbenabdruck auf gewöhnlichem Boden gemacht hat.

Die Versuchsperson stellt sich mit beiden Füssen ungefähr symmetrisch zum Messingdraht, resp. dem demselben entsprechenden Striche, an dem einen Kopfende des Papierstreifens auf; um störendes öfteres Abdrücken der Markirpunkte zu verhüten, wird unter jeden Fuss ein beliebiges Stück Papier geschoben, das, nachdem die definitive »Ausgangsstellung« eingenommen ist, von einem Gehilfen unter den Füssen weggezogen wird. Sollte der Fuss auch nach Wegziehen des Papiers seine Stellung dennoch wechseln, wodurch neue Markirpunkte auf den Papierstreifen verzeichnet würden, so kann die eigentliche Ausgangsstellung dadurch fixirt werden, dass man die vordere Fuss-

hälfte bis zu den beiden vorderen Markirpunkten im Umriss auf das Papier zeichnet, wodurch jegliche Verwechslung ausgeschlossen wird.

Von den Messingcylindern, die vor dem Versuche mit Farbstoff gefüllt und dann oben mit fest passenden Holzzäpfchen [1]) geschlossen sind, werden leztere entfernt, um bei dem jezt folgenden Gehen ein erleichtertes Abfliessen des Farbstoffes nach unten zu ermöglichen. Beim »gewöhnlichen Gehen« soll der Draht resp. die entsprechende gerade Linie nicht als Direktion zum geraden Gehen benüzt, überhaupt kein besonderer auf dem Boden oder sonst wo befindlicher Gegenstand fixirt werden. Sind dann nach Ablauf des Gehversuches die erwähnten Fussspuren aufgezeichnet, so werden die einzelnen derselben mit den entsprechenden Schrittzahlen versehen, die Ausgangsstellung mit 0, die Fussspur des zuerst vorgesezten Fusses mit 1, die darauf folgende des andern mit 2 etc. etc.

Jezt ist der Versuch vorläufig fertig, und es kann das Papier für spätere Ausmessung zurückgelegt werden.

Es muss bemerkt werden, dass in den Fällen, wo der Fuss auf dem Boden geschleift wird, entsprechende farbige Streifen von dem einen oder anderen Messingcylinder, meist dem hinteren, auf das Papier verzeichnet werden. Für gewisse pathologische Gangarten ist dies von besonderem Werthe.

Pathologisch viel wichtiger, aber auch der Registrirung auf den ersten Blick weitaus weniger zugänglich erscheinen die eigentlichen Gehbewegungen, also vor Allem die Bewegungen des in der Luft schwebenden Beines. Auch hier musste es als Hauptaufgabe gelten, die wirklichen Bewegungen des Beines unmittelbar aufzuzeichnen, um so den möglichst reinen Ausdruck der faktischen Bewegung im Raume zu erhalten. Ich habe zu dem Zweck eine gewiss auch viel allgemeinerer Verwendung (als zu meinen Versuchen) fähige Methode angewandt, die mit dem Namen der »Sprizmethode« bezeichnet werden soll. Von der früher (pag. 8) erwähnten messingenen Ferskappe d geht senkrecht zur Längsachse des Schuhes eine messingene

---

1) statt derselben könnten auch kleine Hahnen am Messingcylinder angebracht werden.

Leiste e (Fig. 1) horizontal ab, etwa 35 Mm. über dem Boden. Am Ende der c. 50 Mm. langen Leiste befindet sich eine vertical gestellte Hülse f, welche einen durchbohrten Messingcylinder (g) von c. 45 Mm. Länge aufnimmt, an dessen unterem Ende ein Ausflussröhrchen h, nahezu 15 Mm. lang, angeschraubt werden kann. Der Cylinder g steht nach oben hin durch einen dünnen Kautschukschlauch [1]) mit einem gläsernen, farbige Flüssigkeit aufnehmenden Reservoir in Verbindung, das dem Versuchsindividuum in der Höhe der Schulterblätter auf den Rücken geheftet wird. Das Reservoir fasst etwas über 100 C.CM. und ist mit einem Kork verschlossen, der selbst wieder von einer gläsernen Capillare durchbohrt ist. Eine den Schlauch in der Nähe des unteren Endes abklemmende Pincette wird vom Gehilfen unmittelbar vor dem Moment geöffnet, wo der Gehversuch beginnen soll. Die unter ziemlichem Druck in sehr dünnem Strahle ausströmende Flüssigkeit zeichnet nunmehr auf das Papier. Steht der Fuss auf dem Boden, so ist der Strahl genau senkrecht gerichtet; während der Abwickelung der Fusssohle vom Boden erhält er eine Richtung nach rückwärts abwärts und wird um so stärker nach hinten gerichtet, je mehr die Ferse erhoben wird; bei dem nun folgenden Schwingen des Beines wird der Strahl immer weniger nach rückwärts, dann vertical, in der 2. Hälfte der Schwingung nach vorwärts sich richten, bis er mit dem Aufsezen des Fusses auf den Boden wieder eine verticale Richtung erhält. Es ist demnach die Zeit des Aufstehens des Fusses mit einem je nach Dauer des Aufstehens und Dicke des Strahles verschieden grossen farbigen Fleck von rundlicher oder mehr ovoider Gestalt markirt, das Stadium des Abwickelns der Fusssohle vom Boden dargestellt durch einen nach vorne geöffneten Winkel, dessen innerer Schenkel dann in die eigentliche, relativ gerade verlaufende Schwingungslinie übergeht. — Es versteht sich von selbst, dass die so verzeichneten Linien und Figuren um die Länge der Leiste e weiter nach aussen zu liegen kommen, als den wirklichen jeweiligen Stellungen des Beines (resp. Fusses) im Raum entspricht und dass dies bei der Betrachtung und Auslegung unserer Abbildungen in Rechnung genommen werden muss [2]).

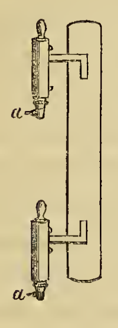
---

1) ich empfehle Schläuche von 4—5 Mm. Lichtung und 1—2 Mm. Wanddicke.

2) Nur 1mal ist eine genaue Reduktion der Ganglinien vorgenommen

Nach ganz demselben Principe, mittellst der »Sprizmethode«, werden andere Bewegungen des Körpers und der Gliedmassen verzeichnet. Um die Verticalerhebung des Fusses (resp. der Ferse) zu registriren, wird ein doppelt getheilter Ansaz (entsprechend h in Figur 1) verwandt, dessen einzelne Schenkel senkrecht auf einander stehen, und welche beide aus demselben Reservoir gespeist werden. Der doppelt getheilte Ansaz wird der oben erwähnten, seitlich am Fusse angebrachten Messingröhre (g in Fig. 1) angeschraubt, und es werden so mit vertikal gerichtetem Strahle, wie schon beschrieben, die Pendelungen des Beines, mit dem horizontalen die specielleren Bewegungen der Ferse, deren Hebungen und Senkungen, sowie ihre Bewegung während der Schwingung des Beines verzeichnet. Zur Aufnahme dieser horizontal gerichteten Flüssigkeitsstrahlen dient ein an seitlich gestellte, 1 Meter hohe Holzrahmen befestigter Streifen von Strohpapier, der von einer der Höhe des Holzrahmens entsprechenden Breite, mit seiner unteren Kante dem auf dem Boden ausgespannten Papier anliegt und der Direktionslinie parallel in continuo nach vorne verläuft. Die Länge dieser verticalen Papierwand richtet sich nach der vom Versuchsindividuum zurückzulegenden Weglänge, die bei meinen Versuchen 8—9 Meter beträgt. Auf dieselbe verticale Papierebene können noch andere Curven fixirt werden, die alle natürlich mit horizontal gerichteten Röhren gezeichnet sind. Zur Notirung der Pendelung des Armes dient ein dicht oberhalb des Handgelenkes angebrachtes Röhrchen. Für Unter- und Oberschenkel sind besondere Schienen aus Messingblech construirt, die an der Aussenseite der Extremität befestigt werden. Sie tragen (Fig. 2) in ähnlicher Construktion, wie bei der Leiste e in Fig. 1, an einer solchen eine Messinghülse, durchbohrten Cylinder und anschraubbaren Ansaz mit horizontal gerichtetem Röhrchen (a), deren Mündung 60 Mm. von der Schiene entfernt ist. Die Schienen, in zweierlei Grössen vorhanden, sind 25

Fig. 2.



worden (vid. Tafel VI. Fig. 25); ich habe sie sonst nicht angewandt, weil die Uebersichtlichkeit der für gewöhnlich in einander eingreifenden Curven dadurch verlieren würde.

und 18 Cm. lang, die Mündungen der Ausflussröhren 21,5 resp. 14 Cm. von einander entfernt. Es werden somit die Bewegungen des unteren und oberen Theiles des Ober- wie des Unterschenkels registrirt. Zur Registrirung der Verticalschwankung des Rumpfes wird ein auf passender fester Unterlage angebrachtes Röhrchen in der Weichengegend befestigt; die Horizontalschwankungen des Rumpfes werden mit einem horizontal nach hinten gerichteten Strahle, der natürlich erst in einiger Entfernung vom Körper auf dem Boden auftrifft, auf die plane Papierebene (des Bodens) aufgezeichnet. Tafel 1, Fig. 2. Das Röhrchen ist auf ein Stück steif unterlegtes Leder befestigt, welches mit einem Gürtel um die Lenden geschnallt wird. — Die die Röhren am Unterschenkel speisenden Reservoirs werden am Rücken befestigt, alle höher gelegenen, an Oberschenkel u. s. f., müssen, um die nöthige Druckhöhe zu bekommen, an eine Müze angeheftet werden, welche vom Versuchsindividuum auf dem Kopfe getragen wird. — Auf die Länge der vom Reservoir abführenden Schläuche ist genau zu achten; sie dürfen weder zu kurz sein, um nicht die freien Bewegungen der Extremitäten zu hindern, noch zu lang, wobei Knickungen des Schlauches und Versagen des Strahles zu befürchten wären; auch müssen die Schläuche an der Extremität lose befestigt werden, damit sie nicht durch Eigenschwingungen den Gang stören, wie es in Fig. 5. Tafel I. der Fall gewesen. Vor Anstellung des Versuches ist jedesmal auch die Richtung der Röhrchen genau zu controliren, ob sie rechtwinklig zur Medianebene stehen und einen möglichst horizontal gerichteten Flüssigkeitsstrahl liefern.

Das Lumen der Röhrchen ist relativ eng im Verhältniss zum Lumen des Kautschukschlauches (4—5 Mm. Durchmesser). So hat beispielsweise ein Ausfluss-Röhrchen einen Durchmesser von 0,63 Mm. (mit der Loupe bestimmt); die Ausflussmenge bei dem in den Versuchen zur Anwendung kommenden Druck beträgt in 10 Secunden 6,75 C.CM., woraus sich die Ausflussgeschwindigkeit pro Secunde berechnet zu 2,237 Meter.

Wo der Gang ein relativ langsamer, wie bei manchen Kranken, wird man im Allgemeinen dünne Ausflussröhren wählen, um nicht zu dicke Linien auf das Papier zu bekommen; bei rascherem Gehen darf die Mündung etwas weiter sein.

Die Röhrchen müssen vor dem Versuch geprüft werden; nament-

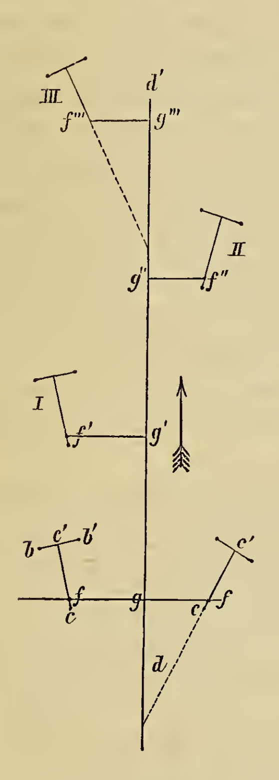
lich kann Luft, die im Schlauch vorhanden, das gleichmässige Strömen beeinträchtigen; man soll desshalb den Schlauch erst an die Ausflussröhre anpassen, nachdem man zuvor in breitem Strahle ein Quantum Flüssigkeit aus ihm hat ausströmen lassen.

Ausmessung der Fussspuren.

Bei der Schilderung der Technik und des die Fussspur markirenden Schuhes (s. o. pag. 8) sind die 3 auf dem Papier verzeichneten Punkte näher beschrieben.

Behufs genauerer Messung wird vom Ferspunkt c auf die Verbindungslinie bb′ der Ballenpunkte eine Senkrechte cc′ gefällt. Der Ferspunkt f des im Schuh befindlichen Fusses liegt vor dem Punkte c; ersterer sei als »wahrer«, lezterer (c) als »künstlicher« Ferspunkt bezeichnet. In den von mir selbst beim Gehen benüzten Schuhen liegt z. B. f 12 Mm. vor c. — Mit Berücksichtigung nun dieser (bei den einzelnen Schuhpaaren verschiedenen) Distanz wird 1) der wahre Ferspunkt f bei jeder Fussspur auf die Längsachse cc′ aufgetragen. 2) Man fällt von jedem wahren Ferspunkte f, f′, f″ etc. auf die Direktionslinie dd′ eine Senkrechte; bei der Ausgangsstellung (Fig. 3) können beide eine einzige Gerade darstellen, wenn die Füsse genau in gleicher Höhe auf dem Papier aufgesezt sind. Man kann lezteres sicher erreichen, wenn man die Stellung der Fersen nach einem senkrecht zu dd′ gelegten Lineale regulirt; doch ist dies für das gewöhnliche Gehen durchaus nicht nothwendig.

Fig. 3.



Der Abstand von je 2 auf einander folgenden Punkten

g, g' u. s. w. gibt, wie leicht zu ersehen, die Länge des bezüglichen Schrittes, bezogen auf die Direktionslinie dd'.

3) Die Länge der Linien fg, f'g' ... wird gemessen. Da der Körper sich nicht genau in dd', resp. parallel dd', bewegt, so geben die Werthe dieser Linien oder vielmehr deren Unterschiede, die seitlichen Schwankungen beim Gehen. Die senkrechten Abstände der wahren Ferspunkte links von dd' werden mit negativen, die rechts mit positiven Vorzeichen eingetragen. Wird die Ausgangsstellung passend zur Direktionslinie gewählt (was sich, wenn es sonst gleichgiltig, immer empfiehlt), so haben alle Fussspuren des linken Beines negative und alle rechtsseitigen positive Vorzeichen. Bei stärkeren Abweichungen nach rechts oder links nehmen natürlich die Ferspunktsabstände beider Füsse entweder positive oder negative Vorzeichen an; selbstverständlich geschieht dies auch dann, wenn beim normalen Gehen von vorneherein beide Füsse auf einer Seite sich befinden.

Bei graphischer Aufzeichnung könnten die Schrittlängen (Abstände gg', g'g'' auf dd') als Ordinatenwerthe, die seitlichen Abstände (fg, f'g') als Abscissenwerthe eingetragen werden und zwar die linksseitigen Abscissenwerthe als negative, die rechtsseitigen als positive Werthe.

4) Man misst sowohl für die Ausgangsstellung als jeden einzelnen Schritt den Winkel, welchen die Längsachse cc' der Fusssohle mit dd' macht. Wo der Fuss mit der Spize nach einwärts gerichtet, der Winkel also nach hinten offen ist, wird er mit negativem Vorzeichen versehen. Die Messung geschah mit einem exakt gearbeiteten, in $\frac{1}{2}$ Grade getheilten grossen Transporteur, welcher auch die genaue Ablesung von mindestens $\frac{1}{4}$ Grad gestattete.

Bezüglich der Längsmasse ist zu bemerken, dass sie, wo nicht anderes angegeben, auf Millimeter sich beziehen.

Aus den so durch direkte Messung ermittelten Werthen — seitlicher Abstand der Ferspunkte von dd' Linie, Schrittlänge, Winkel der Längsachse des Fusses mit der Direktionslinie — können alle übrigen Masse, die für die räumlichen Verhältnisse des Gehens irgend in Betracht kommen, durch einfache Rechnung nachträglich abgeleitet werden.

Die kleinen Tabellen, wie sie für Charakterisirung des einzelnen Falles dienen und im Späteren mitgetheilt sind, enthalten demnach nur die wenigen durch direkte Messung gefundenen Masse.

In der Haupttabelle (Nr. 42) sind die abgeleiteten Werthe aufgezeichnet und zwar:

a) Die mittlere Schrittlänge für jedes Bein, wobei der erste und lezte Schritt, welche besonders registrirt werden müssen, nicht mitgerechnet ist.

b) Die grösste Schrittlänge wird für jedes Bein besonders mit der kleinsten = 100 verglichen, und auch hierbei der erste und lezte Schritt ausser Acht gelassen.

c) Die »seitliche Spreizweite« [1]), worunter ich die Summe der seitlichen Abstände verstehe, welche die Ferspunkte je zweier auf einander folgenden Schritte ergeben; in Fig. 3 ist z. B. die Spreizweite zwischen Schritt I und II $f'g' + f''g''$; auch hier fällt der erste und lezte Schritt weg. Der Reihe nach wird die Spreizweite von Schritt I u. II, II u. III, III u. IV etc. berechnet, aus den Einzelwerthen das Mittel gezogen, Minimum und Maximum besonders unter einander verglichen.

d) Bezüglich der Winkel, den Fussachse und Direktionslinie einschliessen, ist zu bemerken, dass stets die Summe der bei zwei aufeinanderfolgenden Schritten sich ergebenden Winkel genommen wurde, ähnlich wie bei der Spreizweite die Summe der aufeinander folgenden Abstände. Bei Berechnung des Mittels wurden die sich ergebenden Decimalbrüche des (in Graden ausgedrückten) Winkels als solche belassen und nicht in Minuten umgewandelt.

e) Die durchschnittliche seitliche Abweichung der

1) Ein »jagender College« empfiehlt mir in einer Zuschrift, hiefür die Jägerausdrücke »Schrank, Schränkung« zu gebrauchen. Die Jäger verstehen aber unter Schrank den mehr oder minder grossen Abstand der (gerade gedachten) Linien, welche die Tritte einer Seite verbinden (s. v. d. Bosch, a. a. O. Fig. 7. pag. 16). Da jedoch beim Menschen die Fussspuren einer Seite nicht genau in einer Linie liegen, auch die Schwingungslinien des Beines, welche die einzelnen Fussspuren verbinden, keine Geraden darstellen, so leuchtet ein, dass die Stellung des Fusses während des Aufstehens nur einen näherungsweisen Ausdruck für den Schrank beim Menschen geben würde. Ich habe desshalb zwischen Spreizweite und Spurweite (Distanz der Schwingungscurven der Beine) unterschieden.

Ferspunkte desselben Fusses im Doppelschritt wird ebenfalls mit Auslassung des ersten und lezten Schrittes berechnet, wobei es unberücksichtigt bleibt, ob die Abweichung nach rechts oder nach links erfolgt; es wird von Schritt I : III, IV : V etc., andererseits II : IV, IV : VI etc. gerechnet und aus den gefundenen Werthen für jedes Bein das Mittel genommen.

f) Um das Verhältniss der seitlichen Abweichung der Ferspunkte im Doppelschritt zur Länge des lezteren zu präcisiren, drücke ich dasselbe in einem Bruche aus, worin die laterale Abweichung den Zähler, die Länge des Doppelschrittes den Nenner darstellt (d. h. es wird der Doppelschritt = 1 gesezt). Dieses Verhältniss stellt, wie leicht zu ersehen, den Tangens eines Winkels dar, der von der Verbindungslinie beider Ferspunkte und der durch den einen Ferspunkt gelegten, der Direktionslinie parallelen Linie gebildet wird. In einer Tafel der natürlichen trigonometrischen Zahlen kann nun der der Abweichung entsprechende Winkelwerth unmittelbar gefunden oder aus den üblichen Tafeln, welche die Logarithmen der trigonometrischen Zahlen enthalten, berechnet werden. Ich habe mir zur rascheren Berechnung eine Haupttafel angelegt, welche die Tangenten der Winkel von 5 zu 5 Minuten enthält, und ausserdem eine kleine Hilfstabelle, von Minute zu Minute fortschreitend, welche eine Intercalirung zwischen jene Werthe gestattet.

Um den Durchschnittswerth des Verhältnisses der seitlichen Abweichung zur Länge des Doppelschrittes zu erhalten, wird die gesammte (auf die Direktionslinie bezogene) durchlaufene Strecke (1. und lezter Schritt ausgenommen) in die Summe der einzelnen Abweichungen von Schritt zu Schritt dividirt; der entsprechende durchschnittliche Winkelwerth für jedes einzelne Bein und ebenso der der stärksten Abweichung werden notirt.

g) Die seitliche Abweichung zwischen den Ferspunkten der Ausgangsstellung und des lezten Schrittes wird besonders registrirt, die Abweichung nach rechts mit +, nach links mit — bezeichnet. Die gesammte zurückgelegte Strecke wird mit der eben erwähnten Gesammtabweichung verglichen und wie in f) der zugehörige Winkelwerth berechnet. — Diese bloss zu vergleichbaren Werthen führende Berechnung war, der Vollständigkeit halber,

kaum zu umgehen, obschon, wie leicht einzusehen, bei grösserer Weglänge in der Regel ein kleinerer Werth sich ergeben würde.

Die oben besprochenen Messungen wurden an den gefärbten Curven, wie sie der Versuch liefert, vorgenommen. Zur Verkleinerung der Bilder erschien die Photographie am zweckmässigsten, wesshalb die farbigen Linien mit einer Mischung von Bleiweiss und Terpenthinöl übermalt wurden, um das so präparirte Papier — weisse Zeichnung auf gelbem Grunde — zur directen photographischen Aufnahme benüzen zu können. Leztere wurde im Freien vorgenommen, wo das Papier, meist mehrere Curventafeln zugleich, an einer passenden Wand befestigt war; die Linien d d galten als Massstab für den geraden Verlauf der Tafeln. Da diese eine ziemliche Länge, 8 Meter und mehr, besizen, so ist eine gewisse perspectivische Verkürzung der Seitentheile gegenüber der Mitte, auf welche der Apparat eingestellt war, nicht zu vermeiden. Die in der »Erklärung der Abbildungen« (Schluss des Werkes) angegebenen Massstäbe der Verkleinerung können desshalb keine für die einzelnen Theile der ganzen Figur absolut durchgreifende Giltigkeit haben und besagen bloss, einfach der Gesammtlänge nach gemessen, das Mass der Verkürzung. Immerhin ist aber bei den kaum in Betracht kommenden Differenzen in der Verjüngung der ursprünglichen Curven der directe Vergleich der Figuren bezüglich ihrer räumlichen Dimensionen möglich. Die genauen Werthe sind in den Tabellen niedergelegt.

Kritik der Technicismen.

Bei unserer Sprizmethode wird von verschiedenen Körperstellen aus ein Flüssigkeitsstrahl nach verticaler oder horizontaler Richtung entsendet. Ist der Körpertheil, an welchem das Ausflussröhrchen befestigt ist, ruhig, so kommt allein die Richtung und Geschwindigkeit des Flüssigkeitsstrahles in Betracht; ist er aber bewegt, so muss ausserdem seine eigene Bewegung berücksichtigt werden. Ein eben ausfliessendes Wassertheilchen steht also unter dem Einfluss zweier zu einander senkrechter Kräfte, d. h. es folgt nach Richtung und Geschwindigkeit der Diagonale zwischen beiden ursprünglichen Kräften.

Der Verticalstrahl, welcher die Pendelung des Beines auf

das Papier verzeichnet, muss als nahezu reiner Ausdruck der Bewegung des über den Boden hinweg schwingenden Beines gelten. Während des Aufstehens der ganzen Sohle auf dem Boden hat der Strahl eine genau verticale Richtung; beim Abwickeln der Fusssohle wird er nach rückwärts gerichtet, und dies um so mehr, je höher die Ferse über den Boden sich erhebt. (In den einzelnen Figuren ist die Verschiedenheit der Abwicklung und der von dieser abhängigen Rückwärtswendung des Verticalstrahles leicht zu erkennen). Aber auch während des Schwingens ist kein erheblicher Fehler möglich; das Bein steht unter denselben Bedingungen, wie ein schwingendes Pendel, das, während sein Aufhängepunkt in continuirlicher Bewegung begriffen ist, aus einer Ausflussmündung an seinem unteren Ende einen Strahl entsendet. Dieser hat eine beträchtliche Geschwindigkeit, etwa 2000 Mm. p. Secunde; das Bein selbst durchmisst einen Raum von durchschnittlich 1200 Mm. und zwar innerhalb einer Zeit, die etwas weniger beträgt als die Hälfte der Dauer eines Doppelschrittes, d. h. etwa 0,7; die Geschwindigkeit der Fusssohle ist also etwa 1700 Mm. in der Secunde. Es ist also die wahre Geschwindigkeit und Richtung des Wasserstrahles an der Ausflussmündung durch die Diagonale beider zu einander senkrechten Kräfte bestimmt. Bei etwa 2000 Mm. Ausflussgeschwindigkeit und durchschnittlich 20 Mm. Abstand der Ausflussmündung vom Boden braucht also ein Wassertheilchen c. 1/100 Secunde, bis es am Boden ankommt. Im ersten Moment der Beinschwingung ist die Richtung des Strahles noch etwas nach hinten gekehrt, die Schwingung nach vorwärts macht sich aber alsbald geltend; in einem bestimmten Momente ist die Richtung eine genau verticale und geht dann nach vorwärts; im letzen Moment der Schwingung, ehe der Fuss auf den Boden aufgesezt wird, fällt selbstverständlich der Einfluss der Bewegung des Beines weg und der Strahl ist nach vorwärts gerichtet nur durch die Lage des Beines. — Aber alle diese Momente sind gewiss von so geringem Einfluss, dass wir mit Sicherheit annehmen können: die vom schwingenden Bein selbst auf das Papier gezeichnete Curve entspricht dem Weg, den die Ferse wirklich über dem Papier beschrieb so vollständig, dass die kleinen Abweichungen nicht in Betracht kommen. (Anders würde wohl die Sache sich verhalten, wenn wir die Beine schleudern würden, z. B. beim Parademarsch; s. auch weiter unten.)

Es kann somit bei der Geschwindigkeit des gewöhnlichen Gehens angenommen werden, dass jeder Theil der Curve auch räumlich ziemlich genau der Schwingungsphase entspricht, in der das schwingende Bein über der betreffenden Stelle sich befand. Wo der Strahl genau vertical gerichtet ist, wird die Registrirung auch am exaktesten ausfallen; wo aber z. B. eine leise Rotation des Fusses um die Längsachse stattfindet, wird in sofern eine Modificirung eintreten, als der Strahl stets in der verlängerten Achse des Ausflussröhrchens verläuft, bei einer Hebung des äusseren Fussrandes z. B. weiter nach aussen zu liegen käme. Doch ist nicht wohl anzunehmen, dass durch dieses Verhalten nennenswerthe Störungen eingeführt werden. Unsere besondere Aufgabe wird es aber sein müssen, die Deutung der Curven im Speciellen zu versuchen und Bild und Gehbewegung in Einklang zu bringen. Es wurden auch einige Versuche gemacht, in denen das nach vorne schwingende Bein durch eine Vorrichtung plötzlich gehemmt wurde. Dabei zeigte sich, dass die kleine Abweichung der Richtung des Strahles von der Richtung der Ausflussmündung nicht einmal mit Sicherheit gemessen werden konnte.

Anders verhält sich aber die Sache da, wo bei der Sprizmethode horizontale Flüssigkeitsstrahlen in Anwendung kommen und auf weitere Entfernung projicirt werden. Hier ist durchschnittlich von der Ausflussmündung des Röhrchens bis zur verticalen Papierwand eine Strecke von 200 Mm. zu durchsezen; der vorhin besprochene Einfluss der Diagonalrichtung des Strahles muss sich also in stärkerem Grade geltend machen, so dass bei einer bestimmten Lage, namentlich der schwingenden Extremitäten, das entsprechende Curvenbild nicht genau denselben gegenüber zu liegen kommt, sondern bei bewegtem Körper im Allgemeinen mehr oder weniger nach vorn zu verlegt wird. Wo aber die Extremität relativ ruhig, wie zur Zeit des Aufstehens des Beines, wird auch jeder Punkt der Curventafel genau entsprechen der gegenüberliegenden Mündung der Ausflussröhrchen, falls diese überhaupt rechtwinklig auf die Papierebene gerichtet sind. — Gerade bezüglich des lezteren Punktes ist zu beachten, dass eine beim Beginn des Versuches sorgfältig controlirte rechtwinklige Stellung der Ausflussröhrchen während des Versuches schon desswegen nicht erhalten bleiben kann, weil eben der Fuss in verschiedenem Winkel successive aufgesezt und bewegt wird, die Röhrchen also bald ge-

rade aus, bald mehr nach hinten oder vorne gerichtet sind, je nachdem der Winkel, den der Fuss mit der Direktionslinie des Gehens bildet, grösser oder kleiner wird.

Die Röhrchenmündungen sind so gebohrt, dass die Contraktion des Strahles an der Mündung nicht zur Geltung kommt. Der Querschnitt des Strahles entspricht also dem Lumen der Röhrchenmündung, so dass aus der gleichzeitig gemessenen Ausflussmenge die Ausflussgeschwindigkeit berechnet werden kann. Da ferner die Mündung des Röhrchens im Verhältniss zum Lumen des zuführenden Kautschukschlauches sehr enge ist, so kann die Reibung, welche die in lezterem bewegende Flüssigkeit erleidet, eine nur geringe sein, so dass ein sehr grosser Theil des Druckes der Flüssigkeitssäule im Ballon und dem Kautschukrohr der Ausflussgeschwindigkeit zu gute kommt. Dabei liess sich allerdings zunächst nicht vermeiden, dass der horizontale Strahl eine Depression erfuhr, welche nur bei stärkerem Drucke und grösstmöglichster Annäherung des Gehenden an das Papier vermieden werden könnte, dass somit die Curven im Allgemeinen tiefer zu liegen kommen, als den Mündungen der Röhrchen, quer hinüber gemessen, entspricht. Es wird daher auch nicht darauf gerechnet werden können, dass die Distanzen, welche die an den verschiedenen Theilen des Beines angebrachten Röhrchen von einander zeigen, auch in der Curventafel genau zum Ausdruck kommen, schon desshalb nicht, weil der Druck, unter dem der Strahl steht, nicht überall derselbe ist, weil auch die Mündungen der Röhrchen nicht absolut gleich weit sind und, wegen der Seitenschwankungen beim Gehen, auch die Entfernungen der Röhrchen vom Papier variiren.

Im Gegensatz zu dem tieferen Stande der Curven, verglichen mit der Höhe der Ausflussröhrchen, kommt auch ein Höherverlegtwerden derselben vor, dann z. B., wenn ein an der Ferse angebrachter horizontaler Strahl bei Elevation derselben unter dem Einflusse einer gleichzeitigen Hebung des äusseren Fussrandes eine resultirende Richtung nach oben hin erhält. Wir werden darauf bei der Betrachtung der Curven im speciellen Theil zurückzukommen haben.

Einer Einwendung gegen die Methode wäre noch Erwähnung zu thun, die ich mir selbst anfänglich des Oefteren vorgelegt habe, und der eine gewisse Berechtigung nicht abzusprechen ist. Bei den brüsqueren Bewegungen, wie sie z. B. bei rascherem Gehen, beim Springen,

vorkommen, wäre es denkbar, dass von dem immerhin unter nur mässigem Drucke stehenden Strahle einzelne Theile durch wirkliche Schleuderbewegungen abgerissen und so Artefakte erzeugt würden, die mit den wirklichen Bewegungen der Extremitäten nichts zu thun haben. Ich habe diesem Punkte stets meine besondere Aufmerksamkeit zugewandt und ein experimentum crucis in der Weise auch angestellt, dass ich den Strahl unter höherem Drucke ausfliessen liess, indem ich die Zuführungsschläuche mit einer grossen Sprize, (statt der gewöhnlichen Resevoirs) in Verbindung sezte, welche die Ausübung eines grösseren Druckes gestattete. Eine Depression des Strahles fand hierbei, wie ich mich überzeugt habe, nicht statt. Der Sprizenstempel wurde von mir selbst während des Gehens niedergedrückt, was ohne irgend welche Behinderung des Ganges geschehen konnte [1]). Das Resultat war in so fern ein überraschendes, als eine Differenz der so gewonnenen Curven von den auf gewöhnliche Weise erhaltenen nicht zu entdecken war. Der Charakter der Curve war ganz derselbe, so dass ich eine Veranlassung zur Abänderung der früheren Methode nicht haben konnte.

Ich darf somit behaupten, dass die mittelst meiner Sprizmethode gewonnenen Horizontalprojektionen keine störenden Fehler aufkommen und sich zu Messungen verwenden lassen, die Verticalprojektionen aber, wie ich nochmals betone, an Genauigkeit hinter allen übrigen in dieser Schrift beschriebenen und praktisch durchgeführten räumlichen und zeitlichen Massmethoden zurückstehen. Gleichwohl habe ich nicht geglaubt, diese mittelst der Verticalprojektionen gewonnenen Resultate (resp. Curvenbilder) vollständig unterdrücken zu dürfen.

Wenn ich im Vorstehenden bestrebt war, an meine Methode ein möglichst objectives Urtheil anzulegen, so muss hinwiederum zugegeben werden, dass sie ihre unleugbaren Vorzüge besizt. Sie gestattet ein freies Gehen, das durch die registrirenden Vorrichtungen in keiner Weise beeinträchtigt wird; die beiden seitlichen Verticalwände sind fast 1 Meter von einander entfernt. Würden andere graphische Vorrichtungen gewählt, etwa solche mit Schreibhebeln, so wäre stets die fast unlösbare Aufgabe zu erfüllen, auf eine Ebene zu zeichnen, an der man mit stets wechselnder Entfernung vorübergeht. Es könnte nur

---

1) Das Geschäft kann selbstverständlich auch von einem, den Gehenden begleitenden, Assistenten besorgt werden.

bei constanter Distanz des Gehenden vom Papier ein derartiges Verfahren versucht werden, ganz abgesehen davon, dass eben unter solchen Umständen der Begriff des »natürlichen« ungezwungenen Gehens wegfallen würde. Und mehr als eine Registrirung der allgemeinen Bewegung würde eine solche Methode nicht leisten können; von zeitlichen Messungen kann in Anbetracht der wechselnden Geschwindigkeiten während des Gehens, wo das Bein bald ruhend, bald mit veränderter Geschwindigkeit bewegt erscheint, ohnehin die Rede nicht sein.

Die Sicherheit des Abdruckverfahrens und der Horizontalprojektionen der Sprizu.ethode ist eine absolute. Sie versagt nie und ist, weil sie an den Experimentirenden keinerlei specielle Anforderungen macht, der allgemeinsten Anwendung fähig. Ich habe sie sogar bei Kranken in Anwendung gezogen, deren Gang so mangelhaft und unsicher war, dass man eine Registrirung des Gehens für kaum ausführbar hätte halten mögen.

II. Physiologischer Theil.

Bei einer scheinbar so maschinenmässig erfolgten Funktion, wie es das Gehen auf den ersten Blick ist, hat man stets die nie bewiesene Annahme gemacht, dass der menschliche Organismus hier mit einer Exactheit arbeite, wie wir sie bei andern Functionen nicht zu finden pflegen. Wohl mag Wesentliches dazu beigetragen haben, dass hier mehr als anderwärts, besonders durch die Arbeiten der Gebrüder Weber, ein Zusammenhang mit einfachen und leicht anwendbaren Gesezen der Physik hergestellt wurde, welche die Betrachtung unserer Funktion nach Gesichtspunkten ermöglichte, die bei vielen andern Leistungen unseres Körpers noch ein pium desiderium erscheinen. — Eine Reihe von Gesezmässigkeiten konnte aufgestellt und der Nachweis der gegenseitigen, dazu noch leicht formulirbaren, Abhängigkeit erwiesen werden, welche innerhalb des verwickelten Vorganges die einzelnen funktionirenden Theile von einander bieten. Aber damit war, eben weil aller Calcül auf Mittelwerthe gegründet war, nur eine generelle und durchschnittliche Betrachtung der Funktion gegeben, und lässt sich so nur ein theoretisches, um nicht zu sagen ideales, Bild der Funktion entwerfen.

Daneben bleibt aber immer noch die specielle Aufgabe der detaillirten Untersuchung der Vorgänge in ihren Einzelphasen und, wo es angeht, die Charakterisirung des individuellen Verhaltens. Die Grenzen namentlich der physiologischen Leistung gegen die pathologische hin festzustellen ist eine praktisch wichtige und für das Verständniss der Funktion wesentliche Aufgabe. —

Die Untersuchung kann in unserem Falle, wo wir mit concreten Werthen zu rechnen haben, nur so geschehen, dass die einzelnen Positionen einer gesonderten Betrachtung unterworfen werden.

a) Schrittlänge.

Es muss hervorgehoben werden, dass die am Gesunden angestellten Versuche sich, wo nichts Besonderes angegeben, stets auf das gewöhnliche, natürliche Gehen beziehen. Namentlich war das Gehen nach dem Takt bis auf einen einzigen Versuch (I, 4)[1]) ausgeschlossen; wo die Geschwindigkeit bemerkt, ist sie von einem andern Beobachter bestimmt, der die zum Versuch nöthige Zeit controlirte. Es handelt sich demnach bei diesen Versuchen um ein möglichst bequemes Gehen, wie es jedermann wählt, wenn er sich ruhig vorwärts bewegt und längere Zeit zu gehen hat, wobei namentlich auch die ein bequemes Gehen wesentlich unterstüzende Armschwingung gestattet war. Denn nur so zeigt sich der dem Einzelindividuum eigenthümliche Gang, dessen Untersuchung bis zu seinen Einzelschritten eben unsere Hauptaufgabe sein soll.

Ich war zur Zeit der Versuche 26½ Jahre alt, wog in Kleidern 110 ℔; Höhe des Trochanters über dem Boden 83, der Kniegelenkslinie 49 CM., Fusslänge 26 CM. Von den Versuchen, welche das gewöhnliche Gehen betreffen (I, 8 und 14 ist dabei weggelassen, weil es sich hier um ein etwas gezwungenes Gehen mit Steifhaltung des Fussgelenkes und um ein Gehen auf den Zehen handelt), habe ich für jedes Bein die durchschnittliche Schrittlänge festgestellt:

---

1) Die römische Ziffer bedeutet die Nummer der Versuchsperson, die deutsche die des Versuches.

		Linkes Bein.	Rechtes Bein.		
I,	1.	737.	693.	Tabelle.	1.
	2. (90 Schritte p. Minute)	641.	629.	»	2.
	3.	625.	588.	»	3.
	4. (69 » » »)	646.	601.	»	4.
	5.	578.	524.	»	5.
	6.	629.	612.	»	6.
	7. (96 » » »)	621.	630.	»	7.
	9. (97 » » »)	675.	640.	»	9.
	10.	614.	611.	»	10.
	11. (80 » » »)	648.	594.	»	11.
	12. (77 » » »)	679.	621.	»	12.

Es bewegt sich demnach meine Schrittlänge bei gewöhnlichem Gehen innerhalb ziemlich weiter Grenzen; 524 Mm. erscheint als Minimum (No. 5.), 737 (No. 1.) als Maximum, was einem Verhältniss 1 : 1,4 entspricht. — Vergleicht man die Schrittlängen jedes Beins unter einander, was bislang noch nicht geschehen ist, so ergibt sich für das linke Bein Minimum : Maximum = 578 : 737. d. h. 1 : 1,28, für das rechte 524: 693. d. h. 1 : 1,22. Es variirt also meine Schrittlänge für jedes Bein um ein ganzes Fünftel. Dabei versteht sich von selbst, dass ich mit verschiedener Geschwindigkeit gegangen bin, welche allerdings auf die Schrittlänge einen Einfluss üben muss. Jedoch ist es nach den vorliegenden Versuchennicht möglich, eine theoretisch zu fordernde Relation herzustellen zwischen Schrittlänge und Geschwindigkeit des Gehens; die Gebrüder Weber geben, auf ihre Mittelwerthe gestüzt, an, dass »beim schnelleren Gehen nicht nur grössere, sondern auch in gleicher Zeit mehr Schritte gemacht werden«. Ihre Tabelle 19. (l. c.) enthält eine solche Versuchsreihe, aus der die Richtigkeit dieses Sazes erhellt. Um jedoch zu derartigen Mittelwerthen zu gelangen, wird man nicht die mühsame und zeitraubende Messung der Einzelschritte vornehmen, sondern sich an das viel rascher zum Ziel führende Weber'sche Durchschnittsverfahren halten. Aus meinen wenigen Versuchen ist jene, auf grosse Zahlen gegründete Gesezmässigkeit, nicht abzuleiten [1]; so ist bei 69 Schritten pro Minute,

1) Auch Carlet (l. c. pag. 31 ff.) schliesst sich diesem Saze nur bedingt an.

die mittlere Schrittlänge 623 (Mittel aus den Werthen für beide Beine), bei 77 einmal 657, das andere Mal 650, bei 80 621, bei 90 635, bei 96 625, also jedenfalls kein Grösserwerden der Schritte bei schnellerem Gehen.

Wie dem auch sei, mit Vorstehendem soll bloss gesagt sein, dass, wenn auch im Allgemeinen eine Abhängigkeit zwischen Schrittlänge und Geschwindigkeit des Gehens existirt und existiren muss, die Sache jedenfalls nicht so zu fassen ist, dass auch (bei einem und demselben Individuum) einer bestimmten Geschwindigkeit eine bestimmte Schrittlänge entspricht, oder dass der Gehende mit einer bestimmten Länge der Schritte auch auf eine bestimmte Geschwindigkeit eingestellt sei. Im Gegentheil, ich halte die Latitude für ziemlich gross, in der sich, natürliches langsames Gehen vorausgesezt, bei einer gewissen Geschwindigkeit die Schrittlänge bewegt. Es lässt sich zwar auch hier ein jeweils günstigstes Gehen denken, wo bei relativ geringster Anstrengung der Muskulatur der Körper doch in zweckentsprechender Weise vorwärts bewegt wird, aber es ist eine andere Frage, ob der Einzelne wirklich diese einfachste und bequemste Art des Gehens immer wählt. Wenn ich in einer Anzahl ganz gleichartiger Gehversuche das eine Mal eine durchschnittliche Schrittlänge von 623, dann von 657, 650, 620, 635, 625 etc. Mm. finde, bei Versuchen, wo meine einzige Aufgabe war, mit möglichst bequemem Schritte eine Strecke von 8—9 Meter zu durchmessen, so darf ich annehmen, dass diese Schrittgrössen für mich selbst in den Rahmen eines natürlichen, ungezwungenen Gehens fallen. Was mich bestimmte, in dem einen Versuche im Allgemeinen grössere, im andern kleinere, Schritte zu machen, mag auf mancherlei, im Einzelnen schwer zu analysirenden, Momenten beruhen. Welche Rolle spielt nur die Ermüdung! die den Gang sofort lässiger werden lässt. Ob man Morgens bei noch frischem Körper, oder Abends, wenn eine gewisse Ermüdung eingetreten ist, geht, dürfte sicherlich leichte Unterschiede in der Art des Gehens bedingen.

Zieht man aus den oben citirten Mittelwerthen der 11 Versuche für jedes Bein ein Gesammtmittel, so ergibt sich:

Links	Rechts
645,7 Mm.	612,9

als durchschnittliche Schrittlänge. Mein linkes Bein macht mit Ausnahme *eines* Falles (Nr. 7) stets grössere Schritte als das rechte,

d. h. wird im einzelnen Schritt dem rechten Bein mehr vorgesezt, als umgekehrt das rechte dem linken. Diese auffallende Bevorzugung meines linken Beines konnte in 19, an mir selbst unter den verschiedensten Umständen angestellten, Versuchen 17mal constatirt werden, d. h. in 90 % der Fälle.

Dass hier keine Zufälligkeit vorliegt, lässt sich auf einfachem Wege so entscheiden, dass man in den einzelnen Tabellen, mit Weglassung des ersten und lezten Schrittes, innerhalb eines Schrittpaares bestimmt, ob der Schritt des rechten oder des linken Beines der grössere ist. Man erhält so aus Tabelle 1—19, wobei 14 und 15 (Rückwärtsgehen) ausgelassen ist:

		Zahl der Schrittpaare	Schritt des rechten Beines kleiner	Schritt des rechten Beines grösser
Tabelle 1		5	5	—
» 2		6	3	3
» 3		7	6	1
» 4		6	6	—
» 5		7	7	—
» 6		6	6	—
» 7		5	5	—
» 8		8	7	1
» 9		5	5	—
» 10		6	3	3
» 11		5	5	—
» 12		5	4	1
» 13		7	5	2
» 16	Sprunglauf	4	2	2
» 17	Sprunglauf	4	3	1
» 18	Augen verbunden	8	6	2
» 19	Augen verbunden	7	3	4

d. h. in 101 Schrittpaaren war 81 mal, oder in 80 %, die Schrittlänge des rechten Beines gegenüber der des linken die kleinere.

Von Kranken abgesehen, so liegen noch von 4 weiteren gesunden Personen Messungen vor; von II (62j. Mann) 3 Versuche, wobei 2mal das rechte Bein bevorzugt war, von III (33 J. alte weibl. Person) 1 mit grösserer Schrittlänge des linken; dasselbe Verhalten zeigte in einem Versuche Nr. IV, während bei V wieder das rechte Bein bevor-

zugt war. Das specielle Verhalten *meines* Ganges ist einer kurzen Erörterung werth. Wenn sich bei mir beide Unterextremitäten nicht in gleicher Weise, wie doch von vorneherein anzunehmen wäre, in das Gehgeschäft theilen, so muss eine gewisse Ungleichheit in der Funktionirung beider Beine vorausgesezt werden. Nun kommen für das Gehen sowohl aktive als passive Zustände des Beines in Betracht, so dass ein etwaiger Erklärungsversuch auf beide Rücksicht zu nehmen hätte. Es schwingt also entweder das linke Bein (mit der grösseren Schrittlänge) in weiterem Bogen, oder es leistet das andere, rechte Bein beim Stemmen und Schieben des Rumpfes mehr, als das linke. Gleiche Länge beider Unterextremitäten vorausgesezt, so ist eine Ungleichheit in der Schwingungsamplitude nicht anzunehmen, selbst dann, wenn eine Differenz im Gewichte beider Extremitäten vorhanden wäre. Nun ist allerdings nach den Untersuchungen von *Ed. Weber*[1]) die Muskelmasse der unteren Extremität links um c. 7 % leichter, als rechts, die rechte also entschieden musculöser und kräftiger. Demnach scheint die Erklärung statthaft, dass das kräftigere rechte Bein die grössere durchschnittliche Schrittlänge des linken Beines bedingt habe. Wenn ich z. B. den Versuch mache, längere Zeit auf *einem* Beine zu stehen, so geschieht dies mit deutlich grösserer Sicherheit auf dem rechten Bein, das ich, wie auch den rechten Arm deutlich stärker innerviren kann. Bei einem gewöhnlichen bequemen Stehen (position hanchée) trägt das rechte Bein die Körperlast, während das vorgesezte linke nur schwach den Boden drückt. Nicht wenige Individuen stehen aber auf dem linken Bein, während das vorgesezte rechte die Körperschwankungen corrigirt. Bei diesen dürfte ein dem meinigen entgegengeseztes Verhalten der beiderseitigen Schrittlängen zu erwarten sein; sowie auch Individuen vorkommen werden, bei welchen keine der beiden Extremitäten bevorzugt ist. Dass eine Prävalenz der rechten Extremität auf der viel citirten *Broca*'schen »Linkshirnigkeit« beruht, ist immerhin eine annehmbare Hypothese. Ohnehin hat schon, vor *Broca*, *Maxon* behauptet, »que l'éducation est en toutes choses unilatérale« [2]). So könnte demnach die relative

---

1) Verhandlungen der K. sächs. Gesellschaft d. Wissenschaft z. Leipzig. Mathemat. Phys. Classe. 1. Band 1849.

2) cit. aus Poincaré, Leçons sur la physiologie normale et pathologique du système nerveux: Tome II pag. 368.

stärkere Entwicklung der rechten Körperhälfte in der That von dem Zusammenhang mit der (primär?) entwickelteren linken Grosshirnhemisphäre abhängig gemacht werden. — In pathologischer Beziehung dürfte die weitere Verfolgung dieser Verhältnisse von Interesse sein.

Eine pathologische, späterhin eingehender zu erwähnende Beobachtung, spricht für die oben gegebene Erklärung. Versuchsperson VIII mit langjähriger Anchylose des linken (im Vergleich zum rechten kürzeren und atrophischen) Beines behaftet, zeigt deutlich grössere Schrittlängen für das l i n k e, notorisch schwächere Bein, dessen aktive Beweglichkeit dem rechten gegenüber entschieden herabgesezt ist. Es dürfte gerade in diesem Falle die kräftigere rechte Extremität die grössere linksseitige Schrittlänge ungezwungen erklären.

Die S c h r i t t l ä n g e von Versuchsperson II (männl. Individuum, 62 Jahre alt) berechnet sich als Mittel aus 3 Versuchen

für das linke Bein zu 630,2 Mm.
» » rechte » » 640,8 Mm.

Es liegt also hier keinerlei Bevorzugung der Schrittlänge des linken Beines vor, dagegen ist die durchschnittliche Schrittgrösse beider Beine einander viel mehr genähert, als es bei mir der Fall war; die Differenz ist bloss 10,6 Mm., während sie bei mir 32,8, also reichlich das 3fache beträgt. Eine Zusammenstellung wie sie oben bei I gemacht wurde (pag. 27) ergab unter 17 Schrittpaaren 9 mal eine k l e i n e r e Schrittlänge des rechten Beines.

Bei der weiblichen Versuchsperson III (33 Jahre alt), die mit augenscheinlich sehr gleichmässigem und bestimmtem Schritte geht, ist dennoch Differenz zwischen beiden Beinen vorhanden; links 638 Mm., rechts 625. In den 6 Schrittpaaren macht 5mal das rechte Bein kleinere Schwingungen.

Wir dürfen demnach die Schrittlänge eines Erwachsenen für gewöhnliches natürliches Gehen zwischen 600 und 700 Mm. annehmen. Dies stimmt auch mit der W e b e r'schen Tabelle 19 (l. c. pag. 260), wo bei mittlerer dem gewöhnlichen Gehen entsprechender, Geschwindigkeit die Schrittlänge zwischen 60 und 70 Cm. zu liegen kommt. — In diesen Rahmen für gewöhnliche Schrittlänge dürften denn auch die Variationen der Schrittlänge hineinfallen, welche durch verschiedene Beinlänge in erster Linie bei den einzelnen Individuen bedingt zu sein pflegt.

Anders gestaltet sich natürlich die Schrittlänge bei jugendlichen Individuen. Versuchsperson IV (4½ j. Knabe, 95—96 Cm. gross; Distanz v. Malleol. ext. z. Trochanter 41 Cm. Tabelle 24. Tafel III, Fig. 12) hatte eine durchschnittliche Schrittlänge von 359 Mm. (links) und 323,8 (rechts), wobei in zwölf Schrittpaaren 9 mal das rechte Bein kürzer schwingt. Die Schrittlänge betrug also nur etwas über die Hälfte von der des Erwachsenen, und ganz ähnlich verhielt sich Versuchsperson V, 2½ j. Knabe (Tabelle 25, Tafel IV. Fig. 13) mit 342,7 (links) und 345,7 (rechts). Die Vergleichung der Schritte innerhalb der einzelnen Schrittpaare wurde hier unberücksichtigt gelassen, weil bei dem unregelmässigen Gange des Kleinen Zufälligkeiten nicht ausgeschlossen sind.

Eine besondere Erwähnung verdient noch der erste Schritt beim einzelnen Gehversuch. Wie aus der Haupttabelle zu ersehen, ist er fast ausnahmslos kleiner, als die durchschnittliche Schrittlänge, einfach desshalb, weil bei ihm keine eigentliche vollständige Pendelung des vorgesezten Beines ausgeführt wird, die erst möglich wird, wenn das stüzende Bein vor das schwingende vorgesezt ist.

Vergleicht man noch im Speciellen Minimum und Maximum der Schrittlänge für jedes Bein mit Ausschliessung des ersten und lezten Schrittes, so ergibt sich bei mir in 11 Versuchen (Nr. 11—12, wobei Nr. 8 ausgelassen)

links als Durchschnittswerth 100 : 113,3
rechts » » » 100 : 117,2,

also ein ziemlich gleiches Verhalten für beide Beine, aber wiederum mit einer gewissen Bevorzugung des linken.

Bei Versuchsperson II mit grösserer durchschnittlicher Schrittlänge des *rechten* Beines (s. oben pag. 29) ist auch lezteres bevorzugt, indem sich Minimum : Maximum = 100 : 111,2 berechnet, während es links 100 : 114,6.

Nr. III bietet, allerdings in nur einem einzigen Versuche, links 100 : 122, rechts 100 : 109.

Bei den beiden Versuchspersonen IV und V (Knaben) wird das Verhältniss zwischen Minimum und Maximum noch ungünstiger; die Gleichheit der Schritte, entsprechend dem weniger exakten Gange, noch mehr gestört.

Aus den wechselnden Schrittgrössen während des Versuches geht

hervor, dass die theoretisch geforderte Gleichheit der Schritte in praxi nicht existirt und dass die für die Gebrüder Weber bei ihren Zeichnungen massgebende Regel nicht zutrifft (l. c. p. 309). »Bei jedem »Schritte wird der Fusspunkt des einen Beins ebenso weit vor den Fuss-»punkt des anderen Beins gesezt, als beim vorhergehenden oder nach-»folgenden Schritte der Fusspunkt des lezteren Beins vor den des er-»stern, was aus der gleichen Theilnahme beider Beine am Gehen folgt«.

Betrachtet man die Schrittlängen innerhalb eines Einzelversuches genau, so ist es unschwer zu erkennen, wie dieselben gegen die Mitte (und auch noch gegen das Ende hin), wo das Gehen ungehindert und in vollem Flusse sich befindet, im Allgemeinen grösser werden, um in dem lezten Schritte eine deutliche (schon oben pag. 2 besprochene) Reducirung zu erfahren. Experimentell ist es wohl genugsam erwiesen, dass ein absolutes Gleichmass von zeitlich rasch auf einander folgenden Einzelleistungen durchaus nicht das Ideal der Functionirung des Organismus ist, dass im Gegentheil beim Gesunden ein gewisser Wechsel in der Intensität der Leistung von offenbarem Vortheil ist. Wenn wir aber in Vorstehendem bei der einfachen Betrachtung der Schrittlänge in öftern Widerspruch mit der Theorie des Gehens gerathen sind, die wir in ihren Grundzügen selbstverständlich rückhaltlos anerkennen, so dürfen wir, wie überhaupt für unsere Versuche, die ja lediglich das »natürliche« Gehen zum Gegenstande haben, dieselbe Einschränkung und Entschuldigung wie sie die Gebrüder Weber für sich in Anspruch nehmen (l. c. pag. 344):

»Es liegt in der Natur der Sache, dass eine Theorie des Gehens »nur von dem schnellen Gehen sich geben lässt, oder dass wenigstens »nur bei schnellerem Gehen eine Uebereinstimmung derselben mit »der Erfahrung zu erwarten ist, weil nur die beim schnellen Gehen ge-»machten Erfahrungen unter einander übereinstimmen. Beim lang-»samen Gehen hängt namentlich zu viel von der Willkür des Gehen-»den ab, so dass es in der That nicht möglich ist, alle Fälle, die dabei »vorkommen können, gehörig zu scheiden und alle einzeln zu be-»trachten. Bei schnellem Gehen vermindert sich diese Willkür« etc. Immerhin möchte ich diese »Willkür« beim ungezwungen Gehen für sehr relativ und unbewusst halten.

b) Seitliche Spreizweite.

(»Schränkung«.)

Ich verstehe darunter die Summen der seitlichen Abstände, welche die Ferspunkte je zweier auf einander folgenden Schritte ergeben (cf. pag. 16). Sie beträgt bei mir als Durchschnittszahl aus 11 Mittelwerthen von 11 Versuchen 81,0 Mm.

I, 1	68 Mm.
2	61
3	75
4	97
5	102
6	79
7	62
9	118,9
10	94,3
11	70,5
12	63,4

Versuchsperson II ergibt als Mittel aus 2 annähernd gleichen Werthen 108,5 (s. Haupttabelle); dieselbe geht übrigens mit entschieden grösserer Spreizweite als ich. In einem 3ten Versuche (II, 3) wo allerdings zwischen 2 parallelen Verticalwänden gegangen wurde, betrug die mittlere Spreizweite bloss 27,3. Es scheint hier durch das Gehen zwischen den beiden Seitenwänden unbewusst ein engeres Zusammenschliessen der Beine bedingt worden zu sein. —

Auch bei mir ist in dem unter denselben Bedingungen angestellten Versuche (I, 12) die Spreizweite relativ klein 63,4.

Versuchsperson III hat eine Spreizweite von 74; die beiden Knaben IV und V desgleichen eine solche von 74,8 resp. 78,8. —

Der relativ breitspurige Gang kleiner Kinder erklärt sich aus der Unsicherheit des Gehens überhaupt, die eine breitere Basis zur Unterstüzung des Körpers erfordert. Innerhalb des einzelnen Versuches ist die seitliche Spreizweite von Schritt zu Schritt eine wechselnde; zwischen Schrittlänge und Spreizweite besteht eine leicht ersichtliche Relation in der Art, dass bei grosser Spreizweite die Schritte klein werden. Beispiele hievon sind im alltäglichen Leben eine häu-

fige Erscheinung. Bei anfänglich grosser resp. zu grosser Spreizweite in der Ausgangsstellung wird dieselbe schon mit den ersten 2 Schritten auf das richtige, für den Gehenden bequeme Maass reducirt. Aus den einzelnen Tabellen lässt sich dieses Verhalten durch einfache Rechnung leicht ermitteln.

Die Spreizweite bietet sicherlich in physiologischer Beziehung sehr grosse Variationen dar, von Alter, Geschlecht, Körpergrösse, Körperbau abhängig, welche im Einzelnen durchzuprüfen, hier unsere Aufgabe nicht sein kann, da nur in ausgedehntestem Masse geführte Untersuchungen in diesen Dingen Aufschluss zu geben vermöchten.

Die Jäger z. B. wissen sehr wohl, dass während beim »Thiere« der »Schrank« unbedeutend und wenig bemerkbar ist, derselbe beim Hirsch ausnahmslos vorhanden und um so bedeutender wird, je feister und stärker er ist, und bis zu 20 cm. betragen kann. Das Schränken selbst gehört zu den »gerechtesten« Zeichen (vergl. v. d. Bosch, l. c. pag. 15 und 16).

Die Breite des Beckens und der Convergenzgrad der Beine muss von wesentlichem Einfluss sein. Und je sicherer im Gang, je kräftiger und gewandter ein Individuum, mit desto geringerer Spreizweite vermag es im Allgemeinen zu gehen. Den indirekten Beweis sehen wir an den pathologischen Fällen, die uns späterhin beschäftigen werden. Bezüglich der Variationen der seitlichen Spreizweite innerhalb derselben Versuchsreihe verweise ich auf die Tabellen.

c) Winkelstellung beider Füsse.

Die Summe der von der Längsachse beider Fusssohlen mit der Direktionslinie des Gehens gebildeten Winkel beträgt als Durchschnittszahl von 11 Mittelwerthen (I, 1—12, mit Ausnahme von 8):

I 1)	27 °
2)	31,1
3)	32,7
4)	28,3
5)	31,8
6)	34,7
7)	32,9
9)	28,6
10)	29,3

11)	35,0
12)	33,2,

31°,3 i. e. 31° 18′

Die Schwankungen in den eben citirten Mittelwerthen betragen 27 als Minimum und 35 als Maximum, d. h. 100 : 129,6.

Wird für jeden einzelnen Fuss der Winkel mit der Direktionslinie aus 11 Versuchen, wie oben, besonders berechnet, so erhält man

	L.	R.
1)	13,2	13,7
2)	16,3	16,4
3)	20,4	16,4
4)	13,6	12,6
5)	16	15,9
6)	16,8	16,9
7)	15,5	17,1
9)	15,1	13,2
10)	15,9	13,8
11)	17,4	16,3
12)	18,2	14,8.

Als Mittel aus diesen 11 Werthen ergibt sich

Links	Rechts
16,2	15,2;

d. h. annähernde Gleichheit; das als schwächer anzunehmende Bein bildet auch mit der Direktionslinie den grössern Winkel.

Versuchsperson II in 2 Versuchen (1 und 2) hatte

L.	R.
26,8	17,2
22,9	18,9,

im Mittel

L.	R.
24,8	18,0,

also eine viel beträchtlichere Differenz zwischen L. und R., als es bei mir der Fall gewesen.

Die durchschnittliche Summe der Winkelwerthe betrug bei Versuch

1)	41,4
2)	42,1,

also wenigstens zwischen den Hauptsummen beider Versuche eine grosse Uebereinstimmung.

Bei dem weiblichen Versuchsindividuum Nr. III beträgt der Winkelwerth 41,8; während er bei den beiden Knaben viel niedrigere Werthe bietet; bei V 16,1, bei IV gar nur 6,8, wobei das öftere Einwärtssezen des Fusses und dementsprechend negativer Werth des Winkels in Betracht kommt. — Als Merkmal des normalen Ganges des gesunden Erwachsenen kann gelten, dass der Fuss stets auswärts gesezt wird. Doch gibt es auch hiervon Ausnahmen, deren wenig ästhetischen Gang jedermann schon beobachtet haben wird, Individuen, die habituell den einen oder andern Fuss einwärts sezen, ohne dass wesentliche Difformitäten des Fusses vorlägen.

Es gilt bezüglich des von beiden Füssen eingeschlossenen Winkels dasselbe, was von der seitlichen Spreizweite im vorhergehenden Artikel berichtet wurde. Auch hier sicherlich grosse individuelle Differenzen nach Alter, Geschlecht etc. Eine Winkelsumme von 30°—49° ist für den Erwachsenen als normal anzusehen. Ich habe mich vergeblich bemüht, aus meinen Versuchen irgend welche Relation abzuleiten zwischen Grösse der Schritte und Werth der Winkelsumme; bin aber zu keinerlei festem, aus den vorliegenden Zahlen zu entnehmenden, Resultat gekommen, wonach etwa mit Aenderung der Schrittgrösse oder auch der Geschwindigkeit des Gehens Aenderungen im Aufsezen des Fusses auf den Boden zu bemerken gewesen wären. Nur beim Gehen auf den Zehen, wo die Füsse viel mehr gerade gesezt werden als beim gewöhnlichen Gehen, reducirt sich bei mir die Winkelsumme auf 14°24′.

d) Seitliche Abweichung von der Direktionslinie während des Gehens.

Ein Blick auf die einzelnen Tabellen (1—41) lässt aus der Rubrik »Abstand« ohne Weiteres erkennen, dass beim »Gehen geradeaus« die Füsse durchaus nicht in einer Geraden, also parallel mit unserer Direktionslinie des Gehens fortbewegt werden, sondern von Schritt zu Schritt, resp. Doppelschritt zu Doppelschritt, bald nach rechts bald nach links, mehr oder weniger grosse Schwankungen erfahren. Eine Verbindungslinie der Fusspunkte einer Seite würde demnach keine Gerade, sondern eine Zickzacklinie von ziemlich unregelmässiger Gestalt darstellen. —

In den Auseinandersezungen über die seitliche Spreizweite, welche ja lediglich Werthe darstellt, die aus der Summe der Einzelabstände jedes Fusses von der Direktionslinie abgeleitet sind, ist die specielle Abweichung des einzelnen Fusses im Verlaufe des Gehversuches selbstverständlich nicht berücksichtigt worden.

In der Haupttabelle Nr. 42 sind die durchschnittlichen seitlichen Abweichungen für die Doppelschritte jedes Beines verzeichnet und zwar mit Ausnahme von I, 8,

	L.		R.
I 1)	20,4	Mm.	21,0
2)	19,1	»	27,5
3)	10,7	»	17
4)	10,2	»	13,3
5)	13,4	»	8,9
6)	18,0	»	9
7)	10,4	»	17,2
9)	15,8	»	13,75
10)	24,8	»	27,8
11)	17,0	»	19,4
12)	10,4	»	14,8

Als Mittel ergibt sich für das

linke Bein	für das rechte
15,5	17,2

als Hauptmittel aus beiden 16,3 Mm. Die Grenzen bewegen sich zwischen 8,9 als Minimum und 27,8 als Maximum.

Es kommt also im Doppelschritt eine durchschnittliche Abweichung von der Geraden links um 15,5, rechts um 17,2 Mm. zu Stande, und zwar bald nach rechts, bald nach links, so dass im Allgemeinen die gerade Richtung des Gehens doch erhalten bleibt, wie wir weiter unten sehen werden. Diese Abweichungen sind freilich so geringe, dass sie auch dem aufmerksamsten Beobachter, der einen Gehenden controlirt, nicht bemerklich werden. Die Schwankungen der Abweichungen sind in den Haupttabellen noch besonders namhaft gemacht. Ob die geringeren Abweichungen des linken Beines wiederum auf die grössere Festigkeit des (stüzenden) rechten Beines und ein sichereres und freieres Schwingen der Extremität bei kräftiger gestüztem Rumpfe zurückzuführen sind, will ich dahingestellt sein lassen.

Versuchsperson II ergibt als Durchschnittswerth aus 3 Versuchen

Links	Rechts
14,1	21,3,

im Mittel also 17,7 seitliche Abweichung.

N. III (in 1 Versuche)

Links	Rechts
13,2	8,5,

im Mittel also bloss 10,8 Mm.

Grösser werden die Schwankungen bei den beiden Knaben IV (Tafel III, Fig. 12. Tabelle 24) und V (Tafel IV, Fig. 13. Tabelle 25),

wo	L.		R.
	26,0	und	28,5
resp.	96,9		75,5

gefunden wurde, also nicht bloss relativ, sondern auch absolut viel bedeutendere Werthe als beim Erwachsenen, Beweis für das weit unsicherere Gehen im kindlichen Alter. —

Bei Nr. VI speciell waren die Schwankungen zum Theil so grosse, dass man sie während des Gehens recht wohl bemerken konnte. Sie konnten aber auch nicht auffallen, bei einem Individuum, das ich nur dadurch zum geraden Gehen bringen konnte, dass ich die Mutter am entgegengesezten Ende des Versuchszimmers aufstellte, auf welche der Kleine zuschreiten musste.

Im Zusammenhang mit Vorstehendem müssen wir auch das »Verhältniss der seitlichen Abweichung der Ferspunkte desselben Fusses im Doppelschritte zur Länge des leztern« abhandeln. Ueber die Bedeutung dieser Relation ist schon oben gesprochen (pag. 17), und ich beschränke mich darauf die den Abweichungen entsprechenden durchschnittlichen Winkelwerthe hier zu verzeichnen: (s. auch Tab. 42.)

	L.	R.
I 1)	49′	51′
2)	51	76
3)	31	50
4)	30	35
5)	40	27

	L.	R.
6)	50	25
7)	31	45
9)	41	35
10)	69	79
11)	47	53
12)	28	39.

Als Mittel ergibt sich so für

L.	R.
42,5′	46,8′.

Dabei ist gerechnet, als ob die Abweichungen stets nach einer Seite hin erfolgt wären, d. h. sie sind addirt, während sie sich, indem sie bald nach links, bald nach rechts hin erfolgten, gegenseitig zu einem gewissen Grade compensirten. Wenn man nämlich die Stellung am Ende des Versuches mit der anfänglichen Stellung bei Beginn desselben vergleicht, so entspricht die Gesammtabweichung (Mittel aus 11 Versuchen) einem Winkelwerth von bloss 19,5 Minuten, d. h. das Versuchsindividuum ist nicht eigentlich gerade gegangen, sondern um den Betrag eines Winkels von 19½ Minuten, also noch nicht einmal ⅓ von 1 Grade abgewichen. In den 11 Versuchen vertheilen sich die Gesammtabweichungen derartig, dass sie 5mal nach rechts, 6mal nach links erfolgen. Berechnet man die Abweichungen nach Links für sich, so ergeben sich 18,1 Minuten, für die 6 nach rechts hin erfolgenden 21,4, also auch hier möglicherweise wieder grössere Sicherheit des linken Beines. Die maximalen Abweichungen, resp. deren Winkelwerthe für jedes Bein sind in der Haupttabelle besonders angegeben. Viel grösser als bei mir sind die Winkelwerthe bei Versuchsperson II, wenigstens wenn sie für jedes Bein gesondert berechnet werden. Sie betrugen dann für das linke 1°18′, für das rechte 58′36″. Und dennoch werden diese im Einzelnen relativ starken Abweichungen so sehr compensirt, dass als Gesammtmittel der Abweichung ähnlich, wie bei mir, 19,7′ sich berechnet. Mit andern Worten, der Gang bleibt in seinem Endeffekt ein ungefähr gerader troz der mannigfachen Schwankungen, die während desselben erfolgen.

Versuchsperson III bietet mit 35′ füs das linke, 25′ für das rechte Bein und einer Gesammtabweichung von nur 15′ sehr günstige Ver-

hältnisse, während wiederum die beiden Knaben IV und V mit höhern Werthen figuriren:

der eine links 2°9′, rechts 2°25′ und einer Gesammtabweichung von 41′;

der zweite mit

8°1′ (links) und 6°17′ (rechts), aber einer Gesammtabweichung von bloss 32′.

Dass unsere Messungen der schliesslichen Abweichung von der Ausgangsstellung bloss relativ unter sich vergleichbare Werthe darstellen, wurde schon oben erwähnt (pag. 18). —

Es sind im Vorstehenden der Reihe nach alle für das gewöhnliche, normale Gehen in Betracht kommenden Momente im Einzelnen einer Untersuchung unterzogen worden. Es ist mit dem vorliegenden Materiale nicht gelungen, besondere Gesezmässigkeiten zu constatiren. Im Gegentheil haben wir bei jedem einzelnen Versuchsindividuum ein eigenthümliches Verhalten nach dieser oder jener Richtung hin gefunden, Abweichungen von einer idealen Norm des Gehens, die wir als innerhalb des Rahmens der Gesundheit fallend annehmen müssen.

Die Schrittlänge des Erwachsenen für gewöhnliches Gehen haben wir zwischen 600 und 700 Mm. mit relativ grossen Variationen gefunden, die theoretische Gleicheit der Schrittlänge beider Beine auf Grund unsrer Messungen negiren müssen, eigenthümliche, nicht leicht erklärliche Abweichungen zwischen der Leistung der beiden Beine constatirt, im Uebrigen, welche Einzelleistung oder Einzeläusserung innerhalb der zusammengesezten Gehbewegung wir auch zur Untersuchung brachten, von Schritt zu Schritt weniger die absolute Gleichheit und Gleichmässigkeit, als das Schwanken in mehr oder weniger breitem Rahmen festgestellt. Auf der andern Seite aber sind diese Abweichungen wieder so gering, für den auch aufmerksamen Beobachter der flüchtigen Gehbewegung nicht erkennbar und nur bei unserer Methode der direkten Messung mit Sicherheit nachzuweisen. Und so finden wir auch für diese Funktion, gerade wie wir es von andern kennen, nicht eine strikte Gleichheit in den Einzelleistungen, sondern einen Rahmen der physiologischen Breite, ohne welchen eine Funktion des menschlichen Körpers, wenn er nicht der Maschine völlig gleich gestellt werden soll, nicht denkbar ist. — Aber der Endeffekt des Gehens in unsern Untersuchungen, die ungefähre Einhaltung der geraden Richtung,

wird immerhin mit grosser Präcision erreicht, ohne dass der Gehende der leisen Störungen während des Gehens selbst sich auch nur im Geringsten bewusst würde. Die grösseren Schwankungen in allen Einzelerscheinungen des Gehens, die grössern Gesammtabweichungen von der Direktionslinie, die wir beim Kinde wahrnehmen, folgen mit Nothwendigkeit daraus, dass eben dieses Lebensalter dieser (doch erst relativ spät angelernten und angeübten) Funktion noch nicht ganz Herr geworden ist.

Wie sich nun pathologisches Gehen verhalten wird und kann, lässt sich nach unseren bisherigen Untersuchungen fast a priori construiren. Die normalen Schwankungen, in das Extreme übersezt, geben ein Bild des pathologischen Verhaltens, das bald an diesem bald jenem Einzelmoment sich geltend machen kann.

Wenn ich mir z. B. die Augen verbinde und die Beihilfe des orientirenden Gesichtssinnes beim Gehen auf diese Art ausschliesse (I. 20 und 21 — Tabelle 20 und 21 — Haupttabelle), so treten die Anomalieen sofort zu Tage; die Schritte werden kleiner; die mittlere Spreizweite wächst auf 116 Mm., die Schwankungen der Ferspunkte im Doppelschritt auf 51,3 im Mittel, die Winkelwerthe der Gesammtabweichung von der Ausgangsstellung erreichen die Höhe von 1°57, resp. 3°35′. Es sind dies Werthe, die wir beim normalen Gange des Gesunden nie erwarten dürfen.

Wir haben uns im bisherigen auf die Analyse derjenigen Specialmomente des normalen Gehens beschränkt, die wir mittelst des »Abdruckverfahrens« untersuchen konnten; es bleibt uns aber noch die Untersuchung jener complicirteren Bewegungen, die wir mit Hilfe der »Sprizmethode« registriren.

Die wechselnden Zustände des Beines während des normalen Gehens.

a) Die Beinschwingung und ihre Horizontalprojektion.

Wir können uns, wenn wir die Einzelphasen der Bewegung des Beines während des Gehens betrachten, im Allgemeinen an die Auseinandersezungen der Gebrüder W e b e r halten und mit Hilfe dieser die Erklärung und Deutung unserer Curven versuchen.

Fürs erste projicirt unsere Sprizmethode mit dem verticalen Strahl die Schwingung des pendelnden Beins auf den Fussboden. Die Gebrüder Weber lassen das in der Luft schwingende Bein ganz nach Art eines »von der Schwere getriebenen Pendels« sich bewegen. Diese »Bewegung, durch die jedes wechselweise zurückgebliebene Bein den »Rumpf wieder einholt, wird nicht durch die Kraft der Muskeln, son»dern bloss durch die Schwere hervorgebracht« (l. c. pag. 250). Durch eine Reihe von Experimenten haben sie diese Ansicht zu stüzen versucht und in diesen allerdings dargethan, dass das Bein, obwohl durch kräftige Muskelmassen im Hüftgelenk mit dem Rumpfe verbunden, doch eine unerwartet grosse Schwingungsfähigkeit besizt.

Henke[1]) hebt mit Recht hervor, dass die Beinschwingung keine reine Bewegung um die Querachse oder parallel der Medianlinie darstellt, sondern von dieser abweicht; er kann demnach eine reine Pendelbewegung des Beines im Weber'schen Sinne nicht zugeben; und lässt die Extremität am ruhenden Beine vorbei zunächst etwas zur Seite wegschwingen resp. pendeln und dann durch eine ruckweise Muskelwirkung der Adduktoren wieder in die gerade Linie des Weges zurückführen.

Duchenne (de Boulogne)[2]) nimmt für die Vorwärtsbewegung des schwingenden Beines aktive Contraktion bestimmter Extremitätenmuskeln an[3]) (Sartorius, Ileopsoas, Tensor fasciae). Vom Rectus femoris behauptet Duchenne, gestüzt namentlich auf pathologische Thatsachen (pag. 380 und 381), dass er bei der Vorwärtsschwingung des Beines nicht betheiligt sei. — Und Carlet kommt zu dem raschen Schluss, »que la théorie de l'oscillation pendulaire imaginée par les Weber est entièrement fausse« (l. c. pag. 38); er lässt im Anfang der Beinschwingung den Rectus femoris, am Beginn und am Ende der Schwingung die an der hintern Seite des Schenkels gelegenen Muskeln sich contrahiren, fügt aber sogleich die Bemerkung hinzu: »Si l'on veut assimiler le membre inférieur à un pendule, il faut ajouter »que ce pendule est soumis, non-seulement à l'action de la pésenteur, »mais encore à l'influence musculaire«.

---

1) Zeitschrift für rationelle Medicin. Dritte Reihe. XXXIII. Bd, pag. 124 und 125.

2) Physiologie des Mouvements. Paris 1871, pag. 375 ff.

3) l. c. pag. 393.

Ich muss gestehen, dass mir die reine Schwingungstheorie, die jegliche Betheiligung der Muskulatur während der Pendelung des Beines ausschliesst, auch nicht sehr plausibel erscheint. Eine so präcis erfolgende Bewegung lediglich der Schwere überlassen! Es ist zwar anzunehmen, dass eine relativ sehr geringe Muskelthätigkeit das nach hinten gesezte Bein, welches ohnedies schon nach vorne zu sinken bestrebt ist, von hinten nach vorne schwingen macht, aber eine gewisse Innervation der Muskulatur muss wohl vorausgesezt werden, die wenigstens das schwingende Bein in einer gewissen Führung hält. Eine Funktion, die in ihren einzelnen Phasen aktive Muskelthätigkeit, dann rein passives, von der Schwere abhängiges Verhalten darbietet, um zulezt wiederum aktiver Muskelanstrengung zu benöthigen, hat vielleicht von teleologischem Standpunkte aus Einiges für sich; so nehmen wir z. B. auch an, dass die gewöhnliche, d. h. mässig ausgiebige Exspiration relativ passiv erfolge, nach der mit aktiver Muskelarbeit verbundenen Inspiration, aber für Sicherheit und Präcision der in Rede stehenden Bewegungen ist es doch von wesentlicher Bedeutung, dass sie sich der Herrschaft des Willens nicht vollständig entziehen.

Die pathologischen Erscheinungen des Gehens, abnormer Schwingungsmodus, wie wir ihn nicht selten antreffen, weisen auf Betheiligung der Muskulatur hin. Wenn z. B. ein Choreakranker uncoordinirte Beinschwingungen vollführt, so ist doch ex analogia eher anzunehmen, dass eben ausser den zum normalen Gange nöthigen Muskeln noch andere in unzweckmässiger Weise innervirt werden, als dass eine Innervation da stattfinde, wo sonst die Muskulatur vollständig unbetheiligt zu sein pflegt. Das Bild, welches bei einem Hemiplegischen das doch augenscheinlich passive Schwingen des gelähmten Beines darbietet, ist, wie zugegeben werden muss, ein vom normalen Schwingungsmodus wesentlich verschiedenes.

Wenn wir den horizontal erhobenen Arm rein passiv herabsinken lassen, oder auf einem Bein stehend mit dem andern nach absichtlicher Erschlaffung der Muskulatur pendelnde Bewegungen [1]) ausführen, so

---

1) Am exquisitesten lässt sich diese p a s s i v e Pendelung des Beines demonstriren, wenn man dasselbe (während das andere auf einem Schemel steht) schlaff herabhängen und ihm von Zeit zu Zeit durch einen Assistenten einen kleinen Anstoss geben lässt.

ist dies doch wahrlich ein ganz anderes Gefühl, eine eigenthümliche Mischung des Gefühls von Schwere und Abgelöstsein der Extremität, als wir es im Schenkel empfinden beim Gehen. Hier empfinden wir ganz sicher jene leichte Spannung, jenes Gefühl, das man als »Innervationsgefühl« bezeichnen könnte. Ich möchte demnach für Pendelung des Beines eine Muskelaktion annehmen, dabei aber hervorheben, dass die Muskelarbeit unter sehr günstigen Bedingungen erfolgt und vielleicht nur im Allgemeinen für die relativ spontan erfolgende Bewegung Anstoss und richtige Führung darstellt.

Tafel I. Fig. 1 stellt einen gewöhnlichen Gang dar, bei dem übrigens mit Absicht die Abwicklung der Sohle vom Boden etwas beschränkt wurde. Die grosse Regelmässigkeit der Figur springt sofort in die Augen, das Innehalten der geraden Richtung ist ohne Weiteres ersichtlich. — Die sehr gleichmässigen vom pendelnden Bein verzeichneten Linien stellen übrigens bei genauerer Betrachtung keine Geraden dar, sondern sind Curven, an denen meist zweierlei Abschnitte unterschieden werden können; ein erster, nicht ganz die Hälfte der Curvenlänge einnehmender Abschnitt, im Allgemeinen nach aussen concav, und ein zweiter etwas längerer, der nach aussen convex erscheint. Die Erklärung dieser Configuration der Curve ist, wie ich meine, nicht schwer zu führen. Carlet (l. c. pag. 42) bemerkt ganz richtig, dass »beide Trochanteren am stärksten nach links abweichen, wenn das linke Bein in der Mitte seiner stüzenden Periode sich befindet; am stärksten nach rechts, wenn es in der Mitte des Schwingens sich befindet.« enn also das rechte Bein zu schwingen beginnt, so weicht der linke Trochanter relativ weit nach links ab und das schwingende rechte Bein wird zunächst in einer diagonalen Richtung nach vorne-links nachgezogen und zwar so lange, bis es in eine Höhe mit dem linken Beine gekommen ist; nun beginnt bei diesem die Periode des eigentlichen Stemmens, der Trochanter wird nach rechts hin bewegt, so dass die successiven Bewegungsrichtungen eine Zickzacklinie darstellen, der Rumpf, übertrieben ausgedrückt, zwischen den beiden, abwechselnd stüzenden, Extremitäten so zu sagen hin- und hergeworfen wird. Dieses Nachgezogenwerden des schwingenden Beines im Anfange der Schwingung ist um so eher verständlich, wenn man bedenkt, dass es, im Moment, wo es den Boden verlässt, wenigstens bei grösseren Schritten, in starker Streckung sich befindet, demnach einer Verlän-

gerung nicht mehr fähig ist und so der Bewegung des anderen Beines nur dadurch folgen kann, dass es in toto gegen dasselbe hin schwingt. Von untergeordneterer Bedeutung, einfach deswegen, weil die fraglichen Verhältnisse nicht bei allen Individuen realisirt sind, scheinen folgende Momente, die aber immerhin einer Erwähnung werth sind. Im Augenblicke, wo der zurückgesezte Fuss den Boden verlässt, also die Schwingung des Beins beginnt, kann die transversale Achse des Beckens, resp. die Verbindungslinie beider Trochanteren (welche wir bei der bisherigen Auseinandersezung als zur Direktionslinie constant rechtwinklig stehend angenommen haben), schräg gestellt sein, und zwar selbstverständlich um so schräger, je grösser die von beiden ruhenden Beinen überspannte Wegstrecke ist. Von dieser Stellung weg schwingt das hintere Bein am bequemsten und leichtesten nicht in gerader Richtung (in der Richtung der Direktionslinie des Gehens), sondern viel ungezwungener gegen das andere, stabile Bein hin. Es gibt Individuen mit nachlässigem Gange, welche wegen der besprochenen primären Einwärtsschwingung die Ferse des schwingenden Beins regelmässig an der innern Knöchelgegend des ruhenden anstreifen (was bei uns im populären Sprachgebrauch auch wohl als »Wetzen« bezeichnet wird). [Beim Rinde ist dieses Einwärtsschwingen des Beines in exquisitem Maasse vorhanden und bedingt das »Schwerhinwandelnde« im Gange.] Wenn aber im weiteren Verlaufe der Beinschwingung die Trochanteren einander gegenüberstehen, das bisher nur stüzende Bein nun auch zum stemmenden wird, so wird die dem schwingenden Beine entsprechende Beckenhälfte allmählich im Sinne des Stemmens vom ruhenden Bein weg und nach vorne übergedreht. Dabei wird die jezt vorgeschobene Beckenhälfte im Allgemeinen einen Kreisbogen beschreiben, dessen ungefährer Radius die Verbindungslinie beider Hüftgelenke darstellt; der nach aussen convexe Kreisbogen wird aber viel gestreckter ausfallen müssen, als dem Radius entspricht, weil eben der Körper als Ganzes und damit auch das Centrum dieser Kreisbewegung sich nach vorne bewegt. Diese Form der Beinschwingung finden wir Tafel I, Fig. 1, 2, 3, 5, sehr exquisit Tafel IV, Fig. 14. Es existirt aber noch eine zweite Form der Beinschwingung, wie sie in Tafel III. Fig. 11 wieder gegeben. Hier fehlt die primäre Einwärtsschwinguug und es schwingt das Bein, sowie es den Boden verlassen hat, in einer nach aussen convexen Bogen-

linie, ahmt also in grösserem Massstabe die Bewegung nach, welche das gleichnamige Hüftgelenk macht, indem es von hinten nach vorne vorgeschoben wird. Eine Erklärung der Form der Schwingung als Segment eines Kreisbogens haben wir kurz vorher zu geben versucht.

Welche von diesen beiden Formen, die uns begegnet sind, die »normalere« sei, lässt sich vorerst kaum entscheiden. Sie kommen jedenfalls beide bei normalem (wie bei pathologischem) Gehen vor. Ich bin der Ansicht, dass die Verschiedenheit der Form sich erklären lässt aus der individuellen Art der Abwicklung des Fusses und der bei dieser betheiligten Beugung des Unterschenkels im Knie.

Wenn ich mich z. B. in die Phase des Gehens verseze, wo das eine Bein vorgesezt ist, das andere stemmend nur noch durch den Ballen und die Zehen mit dem Boden in Verbindung steht, so kann ich mit relativ steif gehaltenem Beine nach vorne pendeln, wenn die Bewegung zugleich noch etwas nach aussen erfolgt. Diese Schwingung nach aussen macht es möglich, dass das Bein den Fussboden nicht streift, trozdem dass die entsprechende Beckenhälfte (und mit ihr das Bein) sofort sich senkt, wenn die Stüze des Beines, welche den Schenkelkopf am Ende der Beinstemmung im Maximum der Elevation gehalten hatte, wegfällt. Dagegen wird mir das Gehen viel leichter, wenn ich von der Abwicklung des Fusses weg mit augenscheinlicher Beugung im Kniegelenk das Bein am ruhenden vorbei nach vorne schwingen lasse. Das definitive Abheben des Fusses, d. h. des Fussballens vom Boden geschieht viel leichter, als ob weniger Adhäsion am Boden vorhanden wäre; zugleich schwingt das Bein mit einem gewissen aktiven Kraftgefühl nach vorne, das ich bei der andern Art der Schwingung vermisse.

Man kann übrigens auch mit steifgehaltenem Knie primär nach einwärts schwingen, läuft aber Gefahr bei ausgiebigerer Schwingung am ruhenden Bein, oder bei flacherem Verlaufe der Schwingungscurve am Boden anzustreifen. Wird aber das Knie nach vorne ausgebeugt und so »der Unterschenkel nebst dem ganzen Fusse nachgezogen« [1], so wird auch das Bein, das am ruhenden vorbeischwingen muss, von diesem wieder weg und in leichtem Bogen nach vorne geführt. — Uebrigens muss auch der Verlauf der Curve dadurch ge-

1) Weber, l. c. pag. 248.

wisse Abänderungen erleiden, dass das Gehen nicht in gerader Richtung, sondern mit seitlichen Schwankungen erfolgt und dass eben, je nachdem im einzelnen Doppelschritt die Abweichung mehr nach aussen oder mehr nach innen geschieht, auch die Curve nach dieser oder jener Richtung hin eine Deviation erfahren muss, die freilich, bei den im Ganzen doch geringen Seitenschwankungen des Gesunden, nur unbedeutend sein kann.

Wir müssen also demnach für den gesunden Menschen verschiedene Schwingungscurven des pendelnden Beines zulassen, ohne dass wir die eine oder andere gerade als die ausschliesslich normale bezeichnen könnten. Es wäre also die Verschiedenheit der Curven aus individuellen Abweichungen zu erklären, indem der Einzelne durch Bevorzugung gerade dieser oder jener Detailbewegung im complicirten Mechanismus des Gehens dem Gange ein besonderes Gepräge verleiht. So möchte ich für die Art der Beinschwingung, wie schon oben erörtert wurde, wesentlich auch die Grösse der Beugung im Kniegelenk als Ausschlag gebend erachten, mit welcher die Abwicklung der Sohle erfolgt. Damit ist auch die Configuration des Beins gegeben, mit welcher es in die Schwingung eintritt und die Art der Schwingung bis zu einem gewissen Grade bestimmt.

An dieser Stelle sei hervorgehoben, dass auch beim Gesunden wohl aus irgend welcher Nachlässigkeit im Gehen die Anfangstheile namentlich der Curve vom normalen Verhalten abweichen können, ab und zu kleine Ausbuchtungen, wie z. B. in Fig. 5, b. Schritt 2 und 4 zeigen, aber es sind dies doch nur Ausnahmen, welche die Regelmässigkeit der gewöhnlich erhaltenen Curven nicht umstossen. Eine kleine, oft ganz unabsichtliche Bewegung des schwingenden Beines nach der Seite hin muss sofort an der Schwingungscurve sich geltend machen.

b. Die Abwicklung und Aufhebung des Fusses vom Boden. (Tafel I, Fig. 5.)

Die Abwicklung des Fusses (»Hebung des hinteren Fusses vom Fussboden«) geschieht nach der gewiss richtigen Auffassung der Gebrüder Weber (l. c. pag. 247) nicht durch die Fussbeuger, sondern durch Beugung des Kniees, »während der Fuss und die Zehen noch ausgestreckt bleiben.« Auch Carlet (l. c. pag. 37) schreibt, ohne die Weber zu erwähnen: »Quand l'extension du membre inférieure

»est arrivée à son maximum, le pied quitte le sol par la flexion du »genou, et non pas, comme on pourrait le croire, par une action de »ses muscles fléchisseurs. Le pied ainsi que les orteils restent étendus, »et le lever s'effectue alors sans frottement.«

»Die Aufhebung des Fusses vom Boden ist Wirkung der Musc. »gastrocnemii (Weber pag. 221 u. 22), welche aber erst dann sich zu »spannen anfangen, wenn das Knie schon ganz oder fast ganz gestreckt »ist. — Die Zwillingsmuskeln fahren aber noch fort zu wirken, wenn »das Bein zu stemmen aufgehört hat und die übrigen Streckmuskeln »erschlaffen. Ist nämlich jener Zeitpunkt gekommen, so lassen die »Strecker des Kniegelenkes nach und die Zwillingsmuskeln, welche »zugleich angespannt sind, erhalten nicht nur das Fussgelenk ge»streckt, sondern können nun auch das Kniegelenk beugen, wodurch »der auf den Zehen stehende Fuss aufgehoben und etwas nach hinten »gezogen wird.«

Duchenne ist etwas anderer Ansicht. Er hält (l. c. pag. 419 u. 420) die Wirkung der Gastrocnemii als Kniebeuger für sehr schwach im Vergleiche zu ihrer Wirkung als Strecker des Fussgelenkes und betrachtet diese Einrichtung als eine sehr glückliche, weil der von ihm als ein Muskel gefasste »Triceps sural« (Gastrocnemii und Soleus) erst dann zur Wirkung kommt, wenn die eigentlichen Kniebeuger erschlaffen.

Die Wirkung dieses Triceps präcisirt Duchenne u. a. (pag. 417):

Kräftige Streckung des hinteren Fusses und des äusseren Randes des vorderen Fusses, während die innere Parthie des lezteren nur wenig an der Streckung theilnimmt, Drehung des Fusses im Fussgelenk, so dass der vordere Theil nach innen, die Ferse nach aussen gerichtet wird und zugleich der Fussrücken nach aussen schaut. Duchenne möchte ihn l'extenseur adducteur du pied nennen, während er den Peroneus longus als Extenseur abducteur [1]) bezeichnet, weil er die

---

1) Im Weber'schen Sinne ist Abduktion und Adduktion des Fusses Drehung desselben um seine (horizontale) Längsachse, während von ihnen noch eine besondere Rotation im Fussgelenk unterschieden wird um eine in der Richtung des Unterschenkels verlaufende Verticalachse. Beide Bewegungen kommen aber, wie Langer, Henke u. a. dargelegt haben, isolirt nicht vor, so dass »Drehungen, die dem ähnlich sehen, nur mit Hilfe com»pensirender Bewegungen in der Hüfte und im Knie zu Stande gebracht »werden.« (Henke, Gelenke. Leipzig 1863 pag. 260.)

innere Parthie des Vorderfusses und besonders den Ballen der grossen Zehe kräftig niederdrückt, den innern Fussrand senkt und den vordern Theil des Fusses nach aussen um die verticale Achse dreht.

Duchenne nennt dann den Peroneus longus einen nothwenwendigen Hilfsmuskel des Triceps sural (l. c. pag. 425), indem er dessen einseitige Wirkung corrigirt und den Ballen der grossen Zehe noch fest niedergedrückt hält, wenn die äussere Parthie des vorderen Fusses durch den Triceps gestreckt ist.

Wir müssen nach alledem die Musc. gastrocnemii als die bei der Abwicklung und Abhebung des Fusses am meisten betheiligten Muskeln ansehen; die relativ geringe Aktion des Soleus, welcher vom Unterschenkel entspringt und keinen Einfluss auf das Kniegelenk üben kann, gibt Duchenne (pag. 434) selbst zu. Dabei ist wohl zu beachten, dass die Abwicklung des Fusses eine graduell verschiedene ist, oder mit andern Worten, wir treiben sie nicht immer bis zu jenem extremen Grade, dass bloss noch in der Hauptsache die Zehen mit dem Boden in Berührung stehen. In diese Stellung können wir gelangen, während dem die Extremität, deren Fuss sich abwickelt, gestreckt gehalten wird; in diesem Falle wirken die Gastrocnemii (nach der Duchenne'schen Ansicht) hauptsächlich als Strecker des Fussgelenkes und es federt sich so zu sagen der Fuss, indem er den Winkel mit dem Unterschenkel zum stumpfen vergrössert, unter gleichzeitiger Verlängerung der ganzen Extremität vom Boden ab in seinem hintern Theile, während er mit dem vordersten noch fest haften bleibt. Und gerade bei diesem lezten Andrücken des Fusses auf den Boden mag der oben als Hilfsmuskel des Triceps sural bezeichnete Peroneus longus wesentlich betheiligt sein [1]). Nunmehr bedarf es nur einer Erschlaffung der Strecker des Kniegelenkes und die noch andauernde Wirkung der Gastrocnemii hebt mit einer leichten Beugung im Kniegelenk, die jezt nach Wegfall der Aktion der Streckmuskeln zur Geltung kommen kann, den Fuss vollends vom Boden ab. Etwas anders verhält sich die Sache, wenn der Fuss weniger vollständig vom Boden

---

1) Dafür spricht, dass bei vollständiger Lähmung der Peronei hohes Heben der Oberschenkel beobachtet wird, weil, wie ich glaube, die Oberschenkelmuskeln sich contrahiren, der Fuss aber nicht mehr auf dem Boden festgeheftet ist. Fall von Wagner (Berl. klin. Wochenschrift 1880. Nr. 136. pag. 519.

abgewickelt wird. In diesem Falle kann die Abhebung nur erfolgen, wenn eine relativ stärkere Kniebeugung ausgeführt wird, welche verhindert, dass der nach hinten und oben gezogene Fuss am Boden streift. Individuen, welche nachlässig gehen und das Kniegelenk nur unvollkommen steifen, zeigen das starke Ausbiegen des Kniees beim Abheben des Fusses sehr exquisit. Hier erhält auch der Unterschenkel eine viel mehr nach vorne geneigte Lage, als in jenem früheren Falle und der Winkel zwischen Fuss und Unterschenkel wird nicht vergrössert, sondern eher verkleinert. — Für beide Arten der Abwicklung, die wir hier glaubten unterscheiden zu müssen, kommt aber bloss die Wirkung der Gastrocnemii in Frage, die das eine Mal mehr als Strecker des Fussgelenkes, das andere Mal als Beuger des Kniegelenkes funktioniren. Die Grösse der Schritte ist übrigens, wie leicht ersichtlich, von wesentlicher Bedeutung; sind die Schritte gross, so ist die erste Art der vollständigen Abwicklung, welche eine ziemliche Verlängerung der Extremität mit sich bringt, die vortheilhaftere; bei kleineren Schritten, wo diese Verlängerung überflüssig, wählen wir eher die bequemere Gehweise mit stärkerer Kniebeugung [1]). Zwischen beiden Arten existirt aber eine Reihe von Uebergängen und Combinationen, welche die grosse Verschiedenheit der einzelnen Gangarten wesentlich mitbedingen mögen.

Wie wesentlich die Kniebeugung für ein leichtes und bequemes Abheben des Fusses ist, lässt sich bei anchylosirten Kniegelenken studiren, wo das ruckweise und unter deutlicher Streifung des Bodens erfolgende Abziehen des Fusses oft sehr ausgesprochen ist.

Dem Stadium der Abwicklung entspricht auf der Horizontalprojection unserer Curventafeln eine an die punktirt gezeichnete Fussspur nach hinten sich anschliessende, nach innen rückwärts verlaufende Linie, welche übrigens nicht, oder immer nur in ganz kurzer Strecke, die direkte Fortsezung der Fussspur darstellt, sondern mehr nach innen abweicht. Diese nach hinten gerichtete Parthie ist oft von relativ beträchtlicher Länge, entsprechend der Hebung der Ferse; denn je mehr die Ferse sich hebt, desto mehr hinten muss der

1) Individuen, welche bei kleinen Schritten vollständig abwickeln, müssen nothwendig den Körper stark heben, Verticalbewegungen des Rumpfes, welche für die Zwecke der Fortbewegung nuzlos sind.

bei aufstehendem Fusse vertical gerichtete Strahl auf dem Boden auftreffen.

Bei Figur 1., wo absichtlich das Fussgelenk etwas steif gehalten wurde, um die Hebung der Ferse zu beschränken, fällt die entsprechende Linie sehr kurz aus; grösser schon in Fig. 2 (normales Gehen). Bei andern z. B. Fig. 15 u. 16 wird sie unter allerdings abnormen Bedingungen sehr gross.

In Fig. 5 ist die verticale Projektion der Bewegung der Ferse bei f gezeichnet. Währenddem der Fuss auf dem Boden aufruht, erreicht der von der Ferse ausgehende Horizontalstrahl nicht mehr die in einiger Entfernung aufgestellte Verticalwand und verzeichnet auf dem Boden eine Linie, die aber mit Erhebung der Ferse auf die verticale Wand hinüberzieht, um dann unter Bildung einer Curve mit steil aufsteigendem und flacher abfallendem Schenkel gegen Ende des Doppelschrittes wieder auf die Horizontalprojektion zurückzukehren. Die Messung des Curvengipfels ergibt 23—25 C.M. über der Bodenfläche; eine Erhebung, die wir, nach der blossen Beobachtung zu urtheilen, der Ferse nicht wohl zutrauen können. Wenn wir dagegen noch eine Abduktion des Fusses annehmen, wodurch der an sich horizontale Strahl eine Richtung nach oben erhalten muss, so wird die paradoxe Höhe der Curve genügsam erklärt, selbst wenn wir noch die Depression, welche der Strahl in einiger Entfernung von der Ausflussmündung erfahren muss, in Rechnung ziehen. — Die Gebrüder Weber lassen »durch eine Drehung im Kniegelenke den Unterschenkel nebst dem ganzen Fusse fast senkrecht abheben«; die Hebung der Ferse bestimmten sie in 2 Versuchen zu 17 C.M., während die Fussspitze bloss 9—11 C.M. sich hob (l. c. pag. 248).

Abduktionsbewegungen im Moment des Abhebens des Fusses kommen sicherlich (ob freilich regelmässig, will ich nicht behaupten) vor und sind oft sehr ausgesprochen (Wirkung des Extens. digit. communis?).

Duchenne nennt den Tibialis anticus einen fléchisseur adducteur, den Extensor digitor. pedis longus (l. c. pag. 464 ff.) einen fléchisseur abducteur. Ersterer (im Gegensaze zum Peroneus longus) hebt den Ballen der grossen Zehe, senkt den äusseren Fussrand, beugt den Fuss im Gelenk, während der Extensor communis ausser der Beugung den Fuss abducirt und zugleich die Ferse senkt. Die Beugung im

Fussgelenk ist beim Extens. communis viel schwächer, als beim Tibialis anticus, dagegen ist die Abduktionsbewegung des ersteren eine kräftigere, als die Adduktion des Tibialis. Bei synergischer Aktion beider Muskeln kann Ab- und Adduktionswirkung derselben sich compensiren, es bleibt nur die Flexionsbewegung. Dagegen wird bei kräftigerer Aktion des einen oder anderen auch die Ab- oder Adduktionsstellung das Uebergewicht bekommen.

Den Peroneus brevis und Tibialis posticus führt Duchenne (l. c. pag. 497 ff.) als Muskeln auf, welche die seitlichen Bewegungen des Fusses bewirken, vorausgesezt, dass der Fuss zum Unterschenkel im rechten Winkel steht; der erstere besorgt Abduktion, der andere Adduktion des Fusses; daneben sollen beide die Funktion haben, den Fuss aus allzu grosser Flexion oder Extension in eine Mittelstellung, in ungefähr rechtem Winkel zum Unterschenkel zu bringen. Doch soll gerade leztere Funktion eine relativ untergeordnete sein. Ich habe diese Muskeln aufgeführt, nicht weil ich ihnen eine wesentliche Aufgabe im Gehakte zutheilen möchte, sondern weil ich sie für wirksame Fixatoren des im Gelenke leicht beweglichen (und bei manchen Individuen wenigstens sehr zum »Uebertreten« geneigten) Fusses halte. Da sie nämlich alle den Fuss, zum Theil als Antagonisten, bewegen, so müssen sie in ihrem Zusammenwirken dem Fusse im Gelenke Festigkeit und Sicherheit verleihen, die um so nöthiger erscheinen, als die nach vorne schwingende Extremität ihren Fuss für den Moment des Aufsezens parat halten muss. Dies ist aber mit der gehörigen Sicherheit nur dann möglich, wenn der Fuss in der geeigneten Stellung zum Unterschenkel sich befindet und mit seiner Sohlenfläche gleichmässig, ohne störende Abduktions- oder Adduktionsbewegung, auf den Boden aufgesezt wird. Mit der richtig combinirten Wirkung aber dieser Muskeln muss dieser Aufgabe genügt werden können.

c) Die Verticalprojektion des stüzenden und schwingenden Beines.

Tafel I, Fig. 5. Tafel II, Fig. 6 und Tafel III, Fig. 11 stellen Verticalprojektionen des schwingenden Beines dar. Die Methode, wie sie gewonnen, ist oben (pag. 12 ff.) erörtert. Fig. 5 und 6 stammen von mir, Fig. 11 von Versuchsperson II (61j. Mann).

Die Zahlen 90, resp. 100 bedeuten die Distanz in Centimetern, gerechnet von der Bodenfläche, resp. Nulllinie.

Es ist registrirt:

Bei Fig. 5. (nur auf r. Seite) Ferse (f)

Unterschenkel oben (u)	35 Cm.	Abstand der Röhrenmündung vom Boden.
Oberschenkel unten (o′)	49½	
» oben (o)	70½	

Fig. 6.

	L.	R.	
Unterschenkel unten (u′)	15½	15	Abstand der Sprizöffnung vom Boden.
» oben (u)	36	36	
Oberschenkel unten (o′)	51½	52	
» oben (o)		66	

Es sind demnach in Fig. 5 die Curven o′ und u′ einander etwas genähert o und o′ dagegen etwas auseinander gerückt im Vergleich zu Figur 6.

An den Curven ist eine gewisse Regelmässigkeit nicht zu verkennen, auf den ersten Blick auch zu constatiren, dass die Distanz der Einzelcurven innerhalb jeden Schrittes wechselt. So wird vor Allem f der Curve u sehr stark genähert und zwar (wie oben, pag. 50, erörtert wurde) in noch viel höherem Maasse, als der wirklichen Erhebung der Ferse entspricht.

Die in Fig. 6 mit k bezeichneten Curventheile entsprechen dem Stadium des Gehens, wo das Bein, absolut gestreckt, zu stützen beginnt, zuerst noch nach hinten geneigt ist, dann die verticale Stellung einnimmt und zulezt das Stemmen besorgt. Die nach unten sich anschliessenden verticalen kurzen Striche entsprechen eben solchen farbigen Linien, welche auf das Papier verzeichnet sind. Da nämlich in dieser Phase des Gehens die dem Kniegelenk nächsten Theile der Extremität nur langsam bewegt werden, in der Zeiteinheit also relativ viel Färbeflüssigkeit auf eine und dieselbe Stelle der Verticalwand projicirt werden kann, so wird die überschüssige Flüssigkeit senkrecht am Papier herabtriefen, und es wird uns durch derartige Zeichnung stets ein Stadium der langsameren Bewegung markirt. Waren die Mündungen der Ausflussröhrchen genau vertical übereinander gestellt, so werden auch die K linien (wie z. B. in Figur 6) übereinander zu stehen kommen, und diese Stelle der Zeichnung muss der annähernd verticalen Haltung der Extremität entsprechen, wo bei allerdings leichter Beugung im Kniegelenk der Schenkelkopf senkrecht über seinem Fuss-

gelenk steht; die Fussspur der betreffenden Extremität ist genau gegenüber auf der Horizontalprojektion zu suchen (Fig. 5). — Wenn jezt die Abwicklung des Fusses und die Hebung der Ferse beginnt, so steigt f in steiler Curve an, auch u′ (Fig. 6) zeigt eine ähnliche, aber weniger ausgeprägte Erhebung; währenddem rückt das Knie in ungefähr horizontaler Richtung nach vorne, gewinnt einen noch grösseren Vorsprung vor Ferse und unterem Theil des Unterschenkels, d. h. der Unterschenkel hat jezt überhaupt eine noch mehr nach hinten geneigte Lage angenommen. Der Oberschenkel ist ebenfalls geneigt, da sein unterer Theil mit dem Kniegelenk mehr nach vorne bewegt wurde, als sein oberer. Nunmehr beginnt die eigentliche Schwingung des Beins, wobei unter allmählicher Streckung des Kniegelenkes der Unterschenkel voraneilt und der Theil der Extremität, welcher eben noch der am meisten zurückliegende war, der Fuss, mit einem Male der vorderste wird. In den Abbildungen bei Weber, Tafel XII, Fig. 3, lassen sich die allerdings theoretisch construirten und schematisirten Stellungen ersehen, welche das schwingende Bein während der Pendelung einnimmt.

Die von mir aufgenommenen Curven stimmen mit diesen Weber'schen Zeichnungen im Grossen und Ganzen überein. Die Periode der Beinschwingung ist leicht zu erkennen, namentlich am untern Theile des Unterschenkels (Fig. 6. u′), wo zwischen 2 Curvengipfeln die (nach unten convexe) Schwingungscurve mit tiefstem Stand in der Mitte verläuft. Während die Senkung der Fussparthie (resp. der Curven f und u′ sehr ausgesprochen ist, ist der Anstieg des Kniegelenks, d. h. der Curven u und o′ [1]) in beiden Figuren, besonders Fig. 6, nicht

---

1) Die Annäherung der Curven u und o′ gegen Ende des Schrittes erklärt sich selbstverständlich so, dass, während an der betreffenden Stelle Curve u noch in der Höhe bleibt, um erst später abzusinken, an der vertical darüber gelegenen der absteigende Theil der Curve o′ projicirt wird; in ähnlicher Weise sind auch andere, anscheinend paradoxe Zeichnungen einfach aufzulösen, wenn man bei Deutung der Curven die jeweilige Stellung der Extremität in Rechnung zieht. Die räumlich übereinander stehenden Curventheile sind eben, was wohl von selbst sich versteht, in verschiedenen Zeitphasen projicirt, so dass, je nach der Stellung der Extremität, bald das obere, bald das untere das früher gezeichnete ist, und nur bei verticaler Stellung auf dem Boden steht das gleichzeitig Gezeichnete auch übereinander (s. übrigens auch oben pag. 52).

so sehr deutlich, aber immer noch unzweifelhaft vorhanden. Aber leztere lassen die Schwingungscurve nicht so deutlich erkennen, wie z. B. u′; eher ist dies noch bei o′ der Fall, dem unteren Theil des Oberschenkels, wo die Curve entschieden mehr Aehnlichkeit mit u′ bietet, freilich so, dass sie in ihrem weiteren Verlaufe sich nicht senkt wie u′, sondern im Gegentheil hebt. Es verhält sich eben die Extremität nicht wie ein einfaches Pendel, sondern es sind so zu sagen zwei von einander relativ unabhängige Pendel aufeinandergefügt, von denen dann allerdings je der tiefer gelegene Theil grössere Schwingungsexcursionen machen wird, als der dem Schwingungscentrum näher gelegene. So ist es möglich, dass die Curve o′, obwohl einen höheren Punkt der Extremität darstellend, doch deutlicher die Schwingungscurve zeigt, als u.

In dem weiter unten detaillirt zu besprechenden Fall von Anchylose des Kniegelenks (Tafel IV, Fig. 16) werden wir eine Bestätigung dieser unserer Ansicht finden. Curve o in Fig. 6 zeigt eine grosse Aehnlichkeit mit der darunter gelegenen o′; erstere entspricht ungefähr der Mitte, leztere dem unteren Theile des Oberschenkels; in Fig. 5, wo o einem höher gelegenen Theil des Oberschenkels entspricht, ist dieser Grad der Uebereinstimmung nicht mehr vorhanden. In Fig. 6 betrug der Abstand der Röhrenmündungen (s. o. pag. 52) 14 C.M.; in Fig. 5 dagegen 21 C.M.

Die kleinen Unregelmässigkeiten in u, Fig. 6 V. r. (zackige Ausbuchtungen der Curve) möchte ich nicht als Artefakt betrachten, sondern auf kleine Nebenbewegungen zurückführen, welche der im Knie vorübergehend etwas weniger kräftig geführte Unterschenkel während der Beinschwingung ausführen kann. Am unteren Theil des Unterschenkels, der viel rascher und prompter geschwungen wird, kommen solche leichte Anomalieen nicht mehr zur Geltung.

Wenn die eigentliche Beinschwingung vorüber ist, beginnt der der Akt des Niedersezens des Fusses auf den Boden. An den Curven ist dies direkt zu ersehen an einem Absinken derselben in der Richtung nach vorne unten, und zwar besonders deutlich bei o′. Es entspricht dies der Bewegung, welche von der nach vorne geschwungenen, in fast vollständiger Extension befindlichen Extremität nach vorne unten gemacht werden muss, um den Fuss auf den Boden zu senken. Es sind desshalb auch diese Curventheile auf der Verticalprojektion so

angeordnet, dass der dem unteren Theil des Unterschenkels entsprechende (u′) am weitesten nach vorne, der dem oberen Theil des Oberschenkels correspondirende (o) am weitesten zurückliegt; durch alle lässt sich eine gemeinschaftliche Ebene legen, welche, der Stellung der Extremität entsprechend, von oben-hinten nach unten-vorne verlaufen wird. Sobald die Fusssohle auf den Boden aufgesezt ist, beginnt die Extremität, von der weiter zurückliegenden anderen gestemmt, sich durch Drehung im Fussgelenk aufzurichten und in die Verticale zu stellen. Diese Bewegung geschieht in der Zeit, in welcher der Fuss des anderen Beins sich abwickelt, welches dann sofort schwingen kann, wenn die verticale Stellung des vorgesezten Beines ein kräftiges Stüzen erlaubt. Da die Extremität im Moment, wo sie auf den Boden aufgesezt wird, nicht immer im Kniegelenk schon vollständig gestreckt ist, das stüzende Bein aber absolut gesteift sein muss, so wird gleichzeitig mit der Aufrichtung des Beines die vollständige Streckung des Kniegelenkes ausgeführt, oft mit kräftiger, fast ruckweiser Bewegung, was in der Sprache des militärischen Exercitiums als »Durchdrücken der Waden« bekannt ist. Diese leztere Bewegung manifestirt sich auf unsern Curven in einem eigenthümlichen hakenartigen Vorsprung, besonders deutlich in u und o′, der stets den Fussspuren gegenüber liegt und unmittelbar vor der weiter oben (pag. 52) besprochenen, kurzen senkrechten K-linie sich befindet. Ich habe diese hakenförmige Zeichnung sammt der K-linie auf künstlichem Wege erhalten, indem ich an 2, in einem Gelenk leicht mit einander verbundenen Holzleisten, entsprechend der Distanz von u und o′, Sprizröhren anbrachte und mit einem Reservoir in Verbindung sezte. Hielt ich dieses künstliche Gelenk so, dass es etwas gebeugt war und die untere (u entsprechende) Sprizöffnung — wie es ja im Moment des Aufsezens des Fusses der Fall ist — vor der oberen sich befand, und bewegte das Ganze an der Verticalwand vorbei, gleichzeitig den Winkel streckend, die untere Mündung nach hinten, die obere nach vorne bringend, so erhielt ich ein unseren Curven entsprechendes Bild. Mit dieser künstlichen Bewegung war im Allgemeinen die natürliche realisirt, welche das Kniegelenk bei Ausführung der terminalen Streckbewegung macht; hiebei rückt in der That das obere Ende des Unterschenkels etwas zurück, das untere des Oberschenkels etwas vor, wovon man sich sehr leicht überzeugen kann.

Wir haben in der Analyse der Curven der verticalen Projektion die Einzelmomente während des Schrittes, und das Verhalten des stüzenden und schwingenden Beines der Reihe nach wiedererkannt. Es ist uns gelungen, die von der Theorie geforderte Bewegung mit nur geringfügigen Modificationen auch durch die Curven dargestellt zu sehen und zwar mit einer gewiss als genügend zu erachtenden Genauigkeit. Natürlich können die Curven nicht zu zeitlichen Messungen der Einzelphasen des Gehens benüzt werden, da eben die Geschwindigkeit der Bewegung von Augenblick zu Augenblick wechselt, Curventheile von gleicher Länge also auch sehr verschiedenen Zeitwerthen entsprechen.

Uebrigens wird die Messung der zeitlichen Verhältnisse späterhin noch einer speciellen Untersuchung unterzogen werden.

Die verticale und die horizontale Rumpfschwankung.
Tafel I, Fig. 5. Tafel II, Fig. 6, Tafel III, Fig. 11 — Tafel I, Fig. 2.

Der Rumpf wird im Allgemeinen in horizontaler Richtung vorwärts bewegt, macht aber dabei kleine verticale Schwankungen »die »aber viel kleiner sind, als sie sein würden, wenn die Beine sich nicht »verkürzen und verlängern könnten«. (Weber l. c. pag. 53.) Die Schwankungen wurden von den Gebr. Weber zu etwa 32 Mm. experimentell bestimmt (pag. 237) und sie folgerten demnach: »dass die »den menschlichen Körper beim Gehen unterstüzende und fortbewe- »gende Streckkraft des Beines auf eine solche Weise wirken müsse, »dass, ungeachtet sich die Stellung des Beines ändert, doch seine Strek- »kraft, nach verticaler Richtung geschäzt, der Schwerkraft des Kör- »pers nahe gleich sei, so dass dieser weder beträchtlich herabfallen, »noch in die Höhe steigen kann«.

Unsere Curven r Fig. 5 und 6 demonstriren die Verticalschwankungen des Rumpfes. Die Ausflussröhren befanden sich in der Weichengegend, bei Fig. 5 etwas tiefer, dem Trochanter näher, als bei 6. In Fig. 6 sind über der Curve die Schrittzahlen angebracht und zwar genau gegenüber der (in der Abbildung nicht wiedergegebenen, aber im Versuche markirten) betreffenden Fussspur. Die Schrittzahlen des linken (ungleichseitigen) Beines sind eingeklammert.

Bei Vergleichung beider Curven ist zu constatiren, dass jeder Fussspur gegenüber eine Erhebung liegt und dass in das Spatium zwischen

zwei auf einander folgende Fussspuren eine Senkung der Curve, welche die beiden Erhebungen trennt, fällt. Die Erhebung, die der registrirenden, also beide Male rechten, Seite entspricht, ist ausgesprochener, in Figur 5, auch durchweg höher, als in 6; doch ist auch in lezterer bei genauer Prüfung die etwas grössere Höhe der Curvengipfel, welche den rechtseitigen Fussspuren entsprechen, zu erkennen. Es leuchtet ein, dass diese Erhebungen der Curve dem Moment des Stüzens und Stemmens des Beines entsprechen. Die Gebrüder Weber nehmen an (l. c. pag. 54), dass »eine Nothwendigkeit bestehe, die Geschwindig- »keit des Rumpfes zu mässigen, die bei derjenigen Wirksamkeit der »Streckkraft, wie dieselbe sein muss, um den Rumpf immer in gleicher »Höhe zu erhalten, leicht zu gross sein würde«. Sie lassen demnach mit Aufhören der Streckkraft den Körper periodisch etwas fallen und ihn wieder heben in der Zeit, wo dies mit weniger Anstrengung bewirkt werden kann, wenn nemlich das Bein senkrecht steht. Unmittelbar vor diesem Augenblicke finde das geringe Fallen des Rumpfes statt. In diesen, der Willkür unterworfenen Rumpfschwankungen sehen die Weber ein Mittel, »den Gang des Menschen von »äusseren und zufälligen Umständen unabhängig zu machen«.

Die »Summe der Wirkungen, welche von der Streckkraft und von »äusseren Kräften herrührt, kann so die nemliche bleiben, auch wenn »die lezteren veränderlich sind und es ist durch die Schwankungen des »Körpers eine Compensation des Einflusses der äusseren Kräfte auf den »Gang möglich«.

Carlet (l. c. pag. 47) berechnet die verticalen Schwankungen des Trochanters im Mittel zu 69 Mm. (Maximum 92, Minimum 46 Mm.). Er lässt den Trochanter im Doppelschritt durch 2 Maxima gehen; das eine mit der grösseren Elevation entspricht der Mitte der Pendelung (oder wie wir uns auch ausdrücken können, der Fussspur des anderseitigen Beines), das 2te der Mitte der Periode des Stüzens (l. c. pag. 44); meine Curven würden gerade das Umgekehrte sagen, was auch wohl das Richtige sein dürfte. Ebenso nimmt Carlet zur Zeit, wo beide Beine auf dem Boden aufstehen, 2 Minima an, wovon das höher gelegene dem vorderen und das niederere dem rückwärtsgesezten Beine entspricht; unmittelbar nach dem Aufheben des hinteren Beines vom Boden stehen beide Trochanteren gleich hoch. —

Bei genauerer Prüfung zeigen unsere Curven, abgesehen von den

grösseren Erhebungen und Senkungen, noch kleinere Minima resp. Maxima; besonders ist im Anfangstheil der grossen Hebung ein solches kleines Maximum zu bemerken, das mit den gleichnamigen Fussspuren correspondirt (Fig. 6); es ist von der Abwicklung der Fusssohle abzuleiten; unmittelbar vor ihm ist in dem deutlichen Niedergang der Curve das mit entschiedener Rumpfsenkung verbundene Niedersezen des Fusses auf den Boden markirt; so erklärt sich auch, warum dieses Curvenminimum in die Mitte fällt zwischen zwei auf einander folgende Fussspuren.

Der Mangel verticaler Linien an der Curve (K. linie, wie bei u, o′ in Fig. 6 und 5) beweist, dass der Rumpf nicht wie einzelne Extremitätentheile vorübergehend eine relativ geringe Geschwindigkeit erlangt, sondern es wird derselbe ziemlich gleichmässig vorwärts getragen, was ja die direkte Beobachtung eines gehenden Menschen ohne Weiteres lehrt.

Die horizontale Rumpfschwankung auch beim geraden Gehen ist eine längst gekannte Thatsache. Borelli in seinem Buche »de motu animalium etc.« Neapoli 1734, pag. 130, spricht dies einfach aus: »Homines incedere non possunt praecise per rectam lineam«; und er hat diesen Saz auch durch den Versuch bewiesen, indem er 2 Stangen (eine schwarze und eine weisse) in ziemlicher Entfernung von einander aufstellte. Er fand, dass es nicht möglich sei, in gerader Richtung so zu gehen, dass stets die vordere Stange die hintere bedecke, sondern es erschien die hintere neben der vorderen bald auf der rechten, bald auf der linken Seite, woraus Borelli auf abwechselnd rechtsseitige und linksseitige Schwankungen beim Gehen schloss. Er meint, dass der Schwerpunkt des Körpers bald auf die rechte, bald auf die linke Extremität hinübergeworfen werde, und dass in weniger augenfälliger Weise der normale Gang dasselbe Verhalten zeige, wie man es an den »Gänsen und an breiten und kurzbeinigen Menschen« in ausgeprägterem Masse sehe (l. c. pag. 130). —

Ich habe mit der Sprizmethode (s. o. pag. 13) die horizontale Schwankung des Rumpfes untersucht, indem ich, von der Medianlinie des Kreuzbeines aus, einen Strahl gefärbter Flüssigkeit in horizontaler Richtung nach rückwärts laufen liess. Derselbe verlief in der Ausgangsstellung in der Richtung der Direktionslinie (d—d, Tafel I, Fig. 2), um 55 Cm. von der Ausflussmündung auf dem Boden aufzu-

treffen. Beim Gehen verzeichnete der Strahl die in Tafel I, Fig. 2 abgebildete wellenförmige Curve. Nun leuchtet sofort ein, dass hier die horizontale Rumpfschwankung in beträchtlichem Masse vergrössert, resp. die Curve noch durch eine andersartige Bewegung beeinflusst sein muss. Die durchschnittliche seitliche Abweichung der Ferspunkte im Doppelschritt, die immerhin einen gewissen Massstab für die horizontale Rumpfschwankung abgeben kann, beträgt für unseren fraglichen Fall 18 Mm. (links 17, rechts 19)[1]. Dieses würde in unserem verkleinerten Bild bloss seitliche Schwankungen von etwa $\frac{1}{2}$ Mm. ergeben.

Carlet berechnet die horizontalen Schwankungen des Rumpfes im Mittel zu 74 Mm. (l. c. pag. 47). Nun macht aber der Rumpf während des Gehens auch Drehungen um eine verticale Achse, wodurch der Strahl abwechselnd nach der einen oder anderen Seite abgelenkt werden muss, so dass er nicht mehr parallel der Direktionslinie des Gehens verläuft, sondern, je nachdem der Rücken nach rechts oder links gedreht ist, nach der einen oder anderen Richtung abweicht. Der quere Durchmesser des Rumpfes von rechts nach links bildet dabei mit der Direktionslinie des Gehens einen Winkel von 20°. Die Gebrüder Weber behaupten: »es ist fehlerhaft, wenn »man zulässt, dass der Rumpf sich beim Gehen bald nach rechts, bald «nach links drehe« (l. c. pag. 55) und doch glaube ich, dass eine solche Drehung, wenigstens während des schnelleren Gehens nicht abzuweisen ist. Wir haben diesen Punkt weiter oben schon bei Gelegenheit der Schwingung des Beines berührt (pag. 43 u. 44).

Gehen wir von der Ausgangsstellung aus, wo beide Trochanteren in gleicher Linie stehen, so wird der registrirende Strahl in der Richtung der Direktionslinie gerade nach hinten verlaufen. Wird nun (Fig. 2) der linke Fuss vorgesezt, damit der linke Trochanter vorgeschoben und der Rumpf gedreht, so dass dann der Rücken etwas nach links sieht, so wird der Strahl dahin abgelenkt; da lezterer aber zugleich unter dem Einfluss der allgemeinen Vorwärtsbewegung steht, so combiniren sich beide Bewegungen zu einer wellenförmigen in der Art, dass die Convexität der Curven stets nach der Seite des vorgesezten

1) Haupttabelle Nr. 42 I, 11.

Beines gerichtet ist. In unserer Fig. 2 liegt sie stets hinter der Fussspur des betreffenden Beines, aus begreiflichen Gründen. Das Maximum der horizontalen Rumpfdrehung fällt in die Zeit des Aufsezens des Fusses auf den Boden; ein Wassertheilchen, das in diesem Augenblick die Ausflussmündung verlässt, hat also eine Bewegung nach hinten und auswärts; seine Geschwindigkeit ist bestimmt durch die Ausflussgeschwindigkeit des Wassers minus der Geschwindigkeit des Gehenden. In meinem Falle braucht das Wassertheilchen, um den Boden zu erreichen, ungefähr soviel Zeit, als eine halbe Schrittdauer, und fällt eine halbe Schrittlänge hinter dem Fusspunkt auf den Boden.

Wenn nun das vorgesezte Bein zum stüzenden wird, so wird die Curve auf die entgegengesezte Seite geleitet und die Convexität derselben sieht nun nach der entgegengesezten Seite. In der Figur sind genau so viele Wellen verzeichnet, als Schritte, nemlich 12. Die Drehung des Rumpfes bei gewöhnlichem Gehen muss demnach im Allgemeinen festgehalten werden, wobei zu bemerken ist, dass einzelne Individuen dieselbe in erhöhtem Masse zeigen, dass sie bei anderen aber oft so gut wie vermisst wird. Es sind dies aber Individuen, in deren Gang wir stets etwas Eigenartiges, Gezwungenes finden werden.

Ausser dieser Anwendung der Sprizmethode lassen sich noch viele andere machen. Ich musste vorerst darauf verzichten. Zu wirklichen Messungen konnte ich die wellenförmigen Curven der Horizontalschwankung des Rumpfes nicht verwenden, weil ich die Ausflussgeschwindigkeit des Wassers aus dem Röhrchen, ja selbst die Gehgeschwindigkeit, die bei einer Schrittdauer von 0,75 Secunden ungefähr 830 Mm. betrug, nicht genau gemessen hatte.

Carlet hat die verschiedenen Schwankungen des Rumpfes einer eingehenderen Prüfung unterzogen. Er unterscheidet 4 Arten von Bewegung während des Gehens: »des mouvements d'oscillation, d'inclinaison, de rotation, de torsion, deren genauere Beschreibung, als unseren Zwecken ferne liegend, hier nicht erörtert werden kann. Namentlich verwirft Carlet, gewiss mit Unrecht, die von den Gebrüdern Weber aufgestellte Abhängigkeit der Rumpfneigung von der Geschwindigkeit des Gehens.

Die Schwingung der Arme während des Gehens.
Tafel I, Fig. 4, Tafel III, Fig. 11.

Die Gebr. Weber sehen in ihr (l. c. pag. 56) ein »sehr einfaches und wirksames Mittel, die Drehung des Rumpfes zu verhüten«, da der Arm einer Seite immer in entgegengeseztem Sinne schwingt, wie das Bein. Die Aehnlichkeit der Bewegung mit den Vorderfüssen bei Säugethieren, wie sie Gerdy besonders hervorgehoben, verwerfen sie. In Fig. 4 und Fig. 11 bei V. r. u. V. l. ist die Verticalprojektion der Armschwingung verzeichnet, bei a u. a′ die Horizontalprojektion (üb. d. Technik s. o. pag. 12). Die Verticalprojektion zeigt eine sehr gleichmässig verlaufende Curve, die sich in einen längeren Theil mit der Convexität nach unten und einen kürzeren (Convexität nach oben) theilen lässt. Der Anfang der Curve, markirt durch einen winkligen Einschnitt, liegt genau gegenüber der Fussspur des ungleichseitigen Beines; zugleich mit Abwickelung des Fusses beginnt die Armschwingung. Der Arm, mit seiner Längsachse nach hinten unten gerichtet (so dass die von der Hand nach unten gezogene Senkrechte noch vor die Fussspur fallen würde), schwingt energisch nach vorne und projicirt den eben erwähnten grösseren Curvenabschnitt bis zur Stelle der maximalen Erhebung, den Rest der Curve bis zur Incisur beschreibt der Arm, wenn er, beginnend mit dem Niedersezen des Fusses, wieder rückwärts schwingt. Dieser Theil der Curve fällt kleiner aus, als der erste, weil der rückwärtsschwingende Arm, an der Gesammtfortbewegung des Körpers betheiligt, welche entgegengesezt gerichtet ist, wie die rückwärtige Armschwingung, nur einen relativ kleinen Bezirk der Verticalprojektion bestreichen kann; ja die Vorwärtsbewegung des Gesammtkörpers überwiegt so die Rückschwingung, dass überhaupt keine rückläufige Curve verzeichnet wird, sondern eine allerdings steil nach vorne unten abfallende Curve resultirt. Am Ende der Rückschwingung befindet sich so zu sagen ein todter Punkt; wir treffen hier (Fig. 4) besonders wieder die senkrechten Linien (von herabträufelnder Flüssigkeit), welche einen gewissen Stillstand oder erheblichere Verminderung der Bewegung anzeigen. Mit Curve u′ Fig. 6, welche dem untern Theil des Unterschenkels entspricht, wie unsere Curve dem unteren des Vorderarmes, hat leztere eine unverkennbare Aehnlichkeit. In Fig. 11. V. r. ist die Versuchsanordnung so getroffen, dass

der die verticale Rumpfschwankung registrirende Strahl von dem (nach vor- oder rückwärts) vorbeischwingendem Arm unterbrochen wurde. Die punktirten Linien entsprechen der Rumpfschwankung. Die Regelmässigkeit der Unterbrechung und Ausschaltung gerade bloss ganz bestimmter Curventheile springt in die Augen. Die Verticalprojektion a, a′ Fig. 11 gestaltet sich sehr einfach als relativ gerade verlaufende Linie, an der durch × × die kurze gemeinschaftliche Strecke bezeichnet ist, welche der vor- wie der rückschwingende Arm bestreicht, wo also zwei gesonderte z. Theil parallel verlaufende, z. Theil sich deckende Curven verzeichnet sind; sie konnten in der Abbildung nicht gesondert für sich gegeben werden. — Aehnlich wie an den Schwingungscurven zeigt Curve a leichte Auswärtsbiegung, die jeweils der entgegengesezt ausgebuchteten Curve der ungleichseitigen Extremität correspondirt.

Pettigrew (Ortsbewegung der Thiere, herausgegeben von Rosenthal, Leipzig 1875, pag. 32) spricht von »Achterspuren«, (die er auch schematisch abbildet) »welche durch die abwechselnde Beweg- »ung der Extremitäten des Menschen beim Gehen und Laufen ent- »stehen; das rechte Bein und der linke Arm bewegen sich bei einem »Schritte gleichzeitig vorwärts und wechseln mit dem linken Bein »und dem rechten Arm ab, welche sich ebenfalls gleichzeitig vorwärts »bewegen, um einen zweiten Schritt zu bilden. Die von dem rechten »Bein und dem linken Arm und von dem linken Bein und dem rechten »Arm beschriebenen Curven bilden Ellipsen«. — In unserer Fig. 11, wo die Schwingungscurve der Beine in der That etwas nach aussen gekrümmt ist, gibt sie mit den, übrigens viel schwächer bemerkbaren, Armschwingungen wirklich eine gewisse Andeutung der Pettigrew'schen Achterspuren; wo jedoch die Schwingungslinie des Beines anders configurirt ist, wie das in der Regel bei normalem Gehen der Fall ist, kann die Achterspur selbstverständlich nicht zu Stande kommen.

Carlet (l. c. pag. 78) hebt ganz richtig hervor, dass bei fixirten Armen die Beckenhälfte und Schulter einer Seite eine Rotationsbewegung in gleichem Sinne mache, dass dagegen, wenn die Arme frei schwingen, die beiden Theile in entgegengeseztem Sinne sich bewegen. Die Bewegung der Schulter ist eine sehr geringfügige, oft kaum bemerkbare, bei manchen Individuen dagegen in einer die Zweckmässigkeit und die Schönheit des Ganges störenden Weise ausgesprochen.

Duchenne (l. c. pag. 61 ff.) nimmt die vordere und hinter Portion des Deltoides als die Armschwingung bewirkend an; Ausfall der mittleren bedingt keine Störung der Bewegung der Arme nach vorne oder hinten. — Ich kenne einen jezt 54 j. Mann, der schon seit Jahren an progressiver Muskelatrophie leidet. Biceps und Triceps brachii sind u. a. fast ganz verloren gegangen; Deltoideus noch leidlich erhalten. Lässt man denselben Armschwingungen ausführen, so sieht man bei der Rückschwingung die hintere Deltoideusparthie um so deutlicher sich contrahiren, als die rings sich anschliessenden Muskeln stark atrophirt sind.

Gang auf den Zehen

in Tafel I Fig. 3 dargestellt (s. Tabelle 13), bietet vom gewöhnlichen Gehen keine besondere Abweichung. Die Schritte sind etwas kürzer, die Spreizweite (107 Mm.) grösser. Der Werth von 14°,4 als Mittelwerth des Winkels zwischen den Längsachsen beider Füsse ist wesentlich kleiner, als bei gewöhnlichem Gehen. Die seitlichen Schwankungen und die Gesammtabweichung von der Direktionslinie des Gehens sind sehr geringe. —

Zu beachten sind die stark ausgeprägten Fussschleifen. Auch bei diesem Gehen, bei welchem die Ferse beständig vom Boden abgehoben bleibt, der Verticalstrahl also während der ganzen Zeit des Aufstehens auf dem Ballen eine Richtung beibehält, wie es sonst während der ganzen Abwicklung des Fusses der Fall ist, muss demnach dieselbe Figur im Anfangstheil der Curve beschrieben werden, welcher wir seiner Zeit als charakteristisch für das Stadium der Abwicklung bezeichnet haben. —

Beim Gehen auf dem ganzen Fuss gestattet die Abwicklung der Fusssohle eine viel grössere Verlängerung des stüzenden Beins, also auch ausgiebigere Schwingungsexcursion und damit grössere Schrittlänge, als beim Gehen auf den Zehen, wo wir nur einen kleinen Theil der Sohle abwickeln können (Weber, l. c. pag. 249). Es müssen also beim Gehen auf den Zehen, wo wir uns gewissermassen auf Stelzen fortbewegen und des die Schrittlänge vergrössernden Vortheils einer Abwicklung der ganzen Sohle entbehren, die Schritte kleiner ausfallen.

Der Sprunglauf.

Tafel II Fig. 8, Tafel III, Fig. 9, 10[a] und 10[b]. Tabelle 16 und 17.

Mit der oben beschriebenen Modification der gewöhnlichen Art der Sprizmethode (s. pag. 22) habe ich die Horizontal- und Verticalprojektion des Sprunglaufes verzeichnet.

Fig. 8 und 9 stellen die Horizontalprojektion dar. Die Fussspuren, resp. die Spuren des Fussballens, sind durch eine quer verlaufende punktirte Linie markirt, die (nachträglich construirte) Längsachse durch eine senkrecht auf dieser stehende. Die grössere Länge der »Schritte«; im einen Versuch im Mittel 899,7, im andern 798,6 Mm., erklärt sich aus der Art der Fortbewegung beim Sprunglauf. Die »Schritte« des linken Beins sind entschieden grössere. Die Bewegung der Beine gibt selbstverständlich nicht jene regelmässigen Curven, wie beim Gehen, sondern es lassen dieselben zuweilen Unregelmässigkeiten erkennen, die bei der schleudernden Wurfbewegung des Körpers nicht überraschen können. In Fig. 8 verläuft die Curve mehr in nach aussen convexem Bogen, bei Fig. 9 tritt, wie z. B. in Fig. 2 und besonders Fig. 14, jene primäre Einwärtsschwingung hervor, von der wir oben gesprochen haben (s. pag. 43). Die starke Einwärtswendung der Ferse manifestirt sich in der grossen Schleife am Beginn der Curve, deren Anfangstheil meist noch das auffallend weit nach vorne reichende Ende der vorangehenden Curve hakenartig umgreift, so dass eine direkte Continuität zwischen dem Ende der einen und dem Anfange der anderen Curve in der Zeichnung nicht besteht. Dies ist so zu erklären, dass, sobald der Fuss den Boden berührt, derselbe zunächst noch etwas niedergesenkt wird und dann mit so raschem Wechsel in die eigentliche Sprungbewegung übergeht, dass der dazwischen liegende Curventheil ausfällt, weil in diesem kurzen Zeitmoment das Ausflussröhrchen die zur Registrirung nöthige Flüssigkeitsmenge nicht liefern kann. Die Verticalprojektion des Sprunglaufes ist in Fig. 10[a] für das rechte, 10[b] für die linke Extremität bei einem und demselben Versuche (dessen Horizontalprojektion nicht verzeichnet wurde) wiedergegeben. Die Zeit des Aufstehens des Fusses auf dem Boden ist durch einen starken Niedergang der Curve bezeichnet. Da aber während der Zeit des Stüzens die Extremität beim Sprunglauf im Knie gebeugt gehalten wird, so dass zwar unteres Ende des Oberschenkels und oberes des

Unterschenkels ungefähr über einander stehen, der untere Theil des Unterschenkels aber um ein Ziemliches weiter zurückliegt, so ist das Zurückbleiben des tiefsten Theils der Curve u′ wohl verständlich, während u und o′ an diesem Theil der Curve genau übereinanderliegen. Die Art der Fortbewegung der Extremität ist aus der Curve leicht zu ersehen. Zuerst mässige Hebung und relativ geradlinige Fortbewegung, auf welche mit einer »sehr kurzen und sehr intensiven Muskelanstrengung« (Weber) ein starkes Heben des Rumpfes folgt, dem sich sofort das Niedersinken desselben und der Abstieg der Curve anschliesst. Die Curven lassen eine Aehnlichkeit mit dem beim gewöhnlichen Gehen erhaltenen nicht verkennen; nur liegt selbstverständlich der Curvengipfel höher, der Curvenanstieg ist steiler, als bei den früher betrachteten. Die Curve u′ durchkreuzt die beiden höher gelegenen, indem sie in ihrem Anfangstheile, wie schon oben erwähnt, zurückliegend, zeitlich später in jenen Punkt der Verticalprojektion sich erhebt, wo die beiden anderen Curven ihr Minimum hatten.

Und so muss die Thatsache, dass mittelst der Sprizmethode, bei geeigneter Versuchsanordnung, auch eine so rasche und flüchtige Bewegung, wie der Sprunglauf es ist, untersucht werden kann, als ein neuer Beweis für die Anwendbarkeit und Brauchbarkeit der Methode gelten.

Das Rückwärtsgehen.

(Tabelle 14 und 15. Tafel II Fig. 7.)

Die beiden Versuche I, 15 und I, 16 sind dieser speciellen Gangart gewidmet. Die Schrittgrösse ist eine viel geringere, als bei gewöhnlichem Gehen; bei dem einen Versuche 423,5, beim andern 461,2 (Mittel aus den Schrittlängen beider Beine). Im Uebrigen aber finden, wie ein Blick auf die Haupttabelle, Nr. 42, zeigt, in Bezug auf die in dieser verzeichneten Grössenwerthe wesentliche Abänderungen vom normalen Gehen nach vorwärts nicht statt. Auch die Gesammtabweichung von der Direktionslinie des Gehens bleibt eine relativ geringe, weil natürlich bei dieser ungewohnten Art zu gehen, der orientirende und controlirende Gesichtssinn mehr, als sonst, zu Hilfe genommen wird. — In Fig. 7 sind Fussspur, Beinschwingung etc. ganz in der gewöhnlichen Weise verzeichnet.

Die Beinschwingung zeigt sehr verschiedene Formen, im Ganzen

auffallend geradlinigen Verlauf, doch auch an einzelnen Stellen deutliches Auswärtsbiegen der Curve, wie wir sie auch anderwärts gefunden haben. Eigenthümlich ist das Verhalten der Beinschwingung am Ende, wo der Fuss auf den Boden aufgesezt wird. Währenddem die Aufhebung des Fusses ganz einfach und glatt erfolgt und sofort in die Schwingungslinie übergeht, ist das Niedersezen des Fusses auf den Boden mit allerlei kleinen Bewegungen verbunden. Es ist auch nicht abzuleugnen, dass eine gewisse Unsicherheit in dieser Phase des Rückwärtsgehens, ein gewisses Suchen und Tasten des aufzusezenden Fusses, der sich zudem noch unseren Blicken entzieht, vorhanden ist. Das Senken der Ferse manifestirt sich in ganz ähnlichen Figuren, wie wir sie bei der Abwicklung des Fusses früher kennen gelernt haben; es ist selbstverständlich, dass sie in anderer Richtung gezeichnet wurden, d. h. der Vertical-Strahl bewegt sich während des Niedersezens des Fusses nach v o r n e, in der dem Rückwärtsgehen entgegengesezten Richtung. An anderen Stellen sind schleifenartige Figuren dadurch entstanden, dass der nach hinten gesezte Fuss nicht direkt, sondern erst nach kleiner, terminaler Vorwärtsschwingung auf den Boden zu stehen kam; die später folgende Beinschwingung ergänzt den hakenförmigen Winkel, den sie durchschwingt, zu einer Schleife.

Viel abweichender im Verhältniss zum normalen Gehen gestaltet sich die Verticalprojektion. Die Curven behalten ihre ursprüngliche Distanz während des ganzen Versuches fast unverändert bei, zum Beweise, dass beim Rüchwärtsgehen jene raschen Stellungswechsel der Extremitätentheile, die energische Schwingung und kräftige Beinstreckung fehlen. —

Den Fussspuren gegenüber sind wiederum die senkrechten Linien anzutreffen (k), ebenso schwach angedeutet jene hakenartigen Figuren, die wir früher zur Zeit des Stüzens des Beines und vom sich streckenden Kniegelenk verzeichnet fanden. Den höchsten Gipfel zeigen die Curven in ihrem Anfangstheil, entsprechend der Hebung der Extremität; in dem Masse nun wie dieselbe, allmählig sich streckend, den Fuss nach hinten bringt, sinkt die Curve ab, und erreicht zur Zeit, wo die Extremität wiederum stüzt, ihren tiefsten Stand.

In u′ (V. R.) ist der eigenthümliche Verlauf der Curve zu bemerken, die ohne Weiteres demonstrirt, dass von einer Beinschwingung im eigentlichen Sinne beim Rückwärtsgehen die Rede nicht sein kann.

Eher scheint noch u' bei V. 1. einer Schwingungscurve zu entsprechen und sogar eine gewisse Aehnlichkeit mit u' in Fig. 6 zu bieten.

Curve a, welche die Bewegung des Armes in gewöhnlicher Weise registrirt, zeigt dass auch die charakteristische Curve der Armschwingung verloren gegangen ist und einer mit geringen unregelmässigen Schwankungen im Ganzen ziemlich horizontal verlaufenden Curve Plaz gemacht hat.

Troz der augenscheinlichen Verschiedenheiten, welche zwischen Vor- und Rückwärtsgehen bestehen, kann man einen Vergleich doch in so ferne machen, als die beiden Gangarten zukommenden Curven mancherlei Aehnlichkeiten bieten, so aber, dass beim Rückwärtsgehen die Curve durch umgekehrt gerichtete Bewegung zu Stande kommt.

III. Pathologischer Theil.

In einer wesentlich auch in klinischem Interesse unternommenen Arbeit würde es als Hauptaufgabe gelten, die verschiedenen Anomalieen des Gehens nach Gruppen zu sondern, in welche die einzelne pathologische Gangart untergebracht werden könnte. Die pathologische Terminologie gebraucht in der That eine Anzahl mehr oder minder passend gewählten Bezeichnungen für die einzelnen pathologischen Gangarten (z. B. ataktisch, uncoordinirt, schleudernd, taumelnd). Mir konnte es zunächst nur darum zu thun sein, die Selbstregistrirung pathologischer Gangarten, die bisher noch nicht geübt wurde, zu versuchen, um wenigstens das flüchtige und unendlich variable Bild zu fixiren, für welches oft genug in der Beschreibung irgend eine der üblichen Bezeichnungen der Kürze halber eintreten muss, ohne damit gerade über das individuell Eigenthümliche des Falles auch nur das Geringste auszusagen. Ich habe von diesem Gesichtspunkte aus auch Fälle in den Bereich der Untersuchung gezogen, die zwar diagnostische Schwierigkeiten und Zweifel boten, dagegen durch besondere Gangart sich auszeichneten. Und anderseits wird man vielleicht das Bild dieser oder jener Gangart (z. B. den Gang des Hemiplegischen) vermissen, deren Registrirung mir nicht zu Gebote stand. So habe ich mich damit begnügen müssen, aus der Fülle des Ganzen, das der Einzelne, selbst wenn es ihm zur Verfügung stünde, nicht bewältigen könnte, Weniges herauszuheben, und es wird diese Beschränkung um so eher entschuld-

bar bleiben, als die Untersuchung des einzelnen, zumal pathologischen, Falles immerhin viel Zeit und Mühe in Anspruch nimmt. Mein Hauptzweck, die Möglichkeit der Registrirung auch weit vorgeschrittener Krankheitsfälle zu zeigen, wird ohnedies erfüllt werden. —

Als Uebergang so zu sagen vom physiologischen zum pathologischen Gebiet habe ich den

Gang eines alten Mannes
Tafel IV, Fig. 14. Tabelle 26

gewählt. Das betreffende Versuchsindividuum (Nr. VI) war $70\frac{1}{2}$ Jahre alt, von etwas über Mittelgrösse. leidlich genährt, zeigte etwas Tremor potatorum. Die Schrittlängen bewegen sich alle zwischen 600 und 700 (ausgenommen erster und lezter Schritt), betragen im Mittel für das linke Bein 628,8, für das rechte 650,4, sind demnach als normale zu bezeichnen. Dagegen erscheint die mittlere seitliche Spreizweite mit 131 Mm. etwas grösser. Der Winkel zwischen den Längsachsen beider Füsse mit 18,17 ist kleiner, als dies beim gesunden Erwachsenen gewöhnlich der Fall wäre.

Die durchschnittliche seitliche Abweichung der Ferspunkte im Doppelschritt, Mittelwerth 46,5, ist entschieden gross, die Schwankungen der seitlichen Abweichungen sind zwar noch mässige, dagegen erscheinen in dem Verhältnisse der seitlichen Abweichung der Ferspunkte desselben Fusses im Doppelschritt zur Länge des lezteren anomal hohe Werthe, L. der Winkelwerth 2^0 $50'$, R. 1^0 $20'$, für die maximalen Werthe 4^0 $5'$ und 2^0 $32'$, Werthe, wie ich sie selbst ungefähr aufweise in den Gehversuchen mit verbundenen Augen. Dagegen ist die Gesammtabweichung eine sehr geringe, weil eben der orientirende Gesichtssinn doch die Richtung gerade aus beibehalten lässt, wenn auch im einzelnen Schritt, resp. Doppelschritt, die Abweichung eine beträchtliche sein kann. So ist es in derartigen Fällen ein beständiges Fehlen und Wiedercorrigiren des Fehlers, was schliesslich doch noch zu einem leidlichen Gesammtresultat führt, aber der Gang selbst macht den Eindruck des Schwankenden, Unsichern und es fehlt das Ungezwungene und Leichte der Bewegung, das den normalen Gang charakterisiren soll.

Fig. 14 gibt die Curven für die Beinschwingung. Auf den ersten Blick fällt auf, wie die Curven für das einzelne Bein unter sich grosse

Aehnlichkeit haben, aber verglichen mit der anderen Extremität, erheblich verschieden sind. Das linke lässt deutlich die Schleife erkennen, die wir auf die Abwicklung der Fusssohle beziehen, und die Schwingungscurve verläuft in ganz normaler Weise mit der primären leichten Einwärtsbiegung, wie wir sie auch anderwärts (s. Tafel I, Fig. 1 u. 2) angetroffen und oben genauer besprochen haben. Dagegen wird die rechte Extremität, ohne ausgesprochenes Stadium der Abwicklung, sofort stark nach innen bewegt und gewinnt erst allmählich wieder die weiter aussen verlaufende Schwingungsebene. Es bekommen so die beiderseitigen Curven (unter sich verglichen) auffallend verschiedene Gestaltung, so dass eine gewisse Aehnlichkeit mit der späterhin zu analysirenden pathologischen Figur 18 (Tafel V) resultirt.

Jedenfalls müssen wir eine Differenz in dem Verhalten beider Extremitäten voraussezen und hätten nur die Frage zu entscheiden, welche von beiden die besser funktionirende sei. Die Entscheidung ist insoferne nicht leicht, als die Bewegungen der einzelnen Extremität wesentlich auch unter dem Einflusse der anderen, stüzenden steht. So sprechen in unserem Falle die grössere Schrittlänge und auch wohl der geringere Winkelwerth für die Abweichungen (1° 20′ : 2° 50′ und für die Maxima 2° 32′ : 4° 5′) nach schon früher gegebenen Erörterungen für ein kräftigeres linkes Bein; das rechte zeigt zudem eine Schwingungscurve, die zwar im Allgemeinen noch als normal zu bezeichnen ist, die aber doch in der sehr übertriebenen primären Einwärtsschwingung vielleicht eine gewisse Unsicherheit, eine Uebertreibung der Bewegung verräth, wie sie eine normal schwingende Extremität, welche ihre Bewegung viel feiner und genauer regulirt, nicht bieten würde.

Luxatio iliaca congenita dextra.
(Tabelle 27 u. 28.)

Die Versuchsperson (Nr. VII), 32 Jahre alt, weiblichen Geschlechts, ist mit congenitaler Hüftgelenksluxation der rechten Seite behaftet. Der Gang ist ein deutlich nach der rechten Seite hinkender, kann aber, wenn die Aufmerksamkeit darauf gerichtet wird, in so beträchtlichem Maasse corrigirt werden, dass das ungeübte Auge wenig Auffälliges bemerkt. Die Leistungen im Springen, Laufen sind denen eines Gesunden in Bezug auf ihre Ausdauer vollkommen gleich zu

sezen. Die rechte Extremität ist etwas kürzer (c. 1 C.M.), wobei die leichte Beckensenkung der rechten Seite noch zu berücksichtigen ist; sie ist, mit der linken verglichen, nicht atrophisch.

Der erste Versuch wurde in der Art gemacht, dass die Versuchsperson, welche im rechten Schuh sonst eine Einlagsohle trägt, mit zwei Pantoffeln in unsern gewöhnlichen, beim Versuche benüzten, Schuhen stand, beim zweiten trat an die Stelle des r. Pantoffels der gewöhnliche Schuh mit Einlagsohle.

Beträchtlichere Unterschiede zwischen beiden Versuchen treten nicht hervor. Beide Male sind die Schritte des rechten Beines die kürzeren; doch werden beim zweiten Versuch überhaupt viel grössere Schritte gemacht. Die 19 Schritte des ersten und die 17 des zweiten Versuches nahmen je 12 Secunden in Anspruch; der durchlaufene Weg war fast genau derselbe. Man hätte vielleicht die Schritte des rechten Beines wegen der voraussichtlich grösseren Kraft des linken im Vergleiche zu lezterem grösser erwartet; ich glaube aber, dass in solchem Falle das Hinkende des Ganges wesentlich in Betracht kommt, wodurch die eine Seite, wenn auch vorübergehend vielleicht kräftiger gestüzt, als die gesunde von der schwächeren Extremität, doch früher wieder absinkt und dadurch die Schrittlänge verkleinert. Ausserdem ist zu bedenken, dass die luxirte Extremität, deren Schenkelkopf an der hinteren Beckenseite steht, unter viel ungünstigeren Bedingungen nach vorne schwingt, resp. überhaupt nicht so weit nach vorne gebracht werden kann, als bei normaler Stellung in der Hüftpfanne.

Die seitliche Spreizweite des ersten Versuches ist grösser 98 : 73. Die Mittelwerthe des Winkels zwischen den Längsachsen beider Füsse sind nahezu gleich 39°,0 und 42,6; berechnet man dagegen, mit Ausschluss des ersten und lezten Schrittes, für jeden Fuss den Winkel, so erhält man:

	L.	R.
I. Versuch	19,6	19,5
II. »	19,4	23,0;

also stellt sich nach vorheriger scheinbarer Identität eine Aenderung ein, wenn man die luxirte Extremität durch Verstärkung der Fusssohle zu corrigiren sucht. Und doch dürfte das stärkere Auswärtssezen des Fusses der kranken Extremität die unter den gegebenen

anomalen) Verhältnissen adäquatere Stellung sein, gerade wie ich früher (pag. 34) für mein schwächeres linkes Bein den grösseren Winkel gefunden habe. Bemerkenswerth ist aber, wie im Gegensaze zu der eben erwähnten Abweichung im 2ten Versuche bezüglich anderer Positionen eine auffallende Gleichheit sich herstellt. Die durchschnittliche seitliche Abweichung der Ferspunkte desselben Fusses im Doppelschritt für R. und L., vorher 31,4 und 9,75, wird jezt 14,8 und 15,0, die Mittelwerthe differiren nur wenig von einander[1]). Für das Verhältniss der seitlichen Abweichung der Ferspunkte desselben Fusses im Doppelschritt werden die entsprechenden Winkelwerthe für den Durchschnitt beide Male 45′, für die Maxima 1°49′ und 1°40′, während sie im ersten Versuche 1°13′ (L.) und 0°31′ (R.), für die Maximalwerthe 2°55′ und 1°59′ betragen hatten. Die Gesammtabweichung ist als gleich zu bezeichnen, beide Male nach links hin erfolgend. — Der Fall ist in so ferne von Interesse, als er zu zeigen vermag, wie ein selbst unter ungünstigere Bedingungen des Gehens gestelltes Individuum doch soviel, unter Umständen mehr noch leisten kann, als ein Gesunder, der sich freilich auch eher einige Nachlässigkeit im Gange zu schulden kommen lässt. — Und so ist ein derartiger Gang, strenge genommen, mehr in ästhetischem als in physiologischem Sinne ein abweichender und beweist, dass ein Mensch mit notorischen Fehlern in den Gehwerkzeugen oft genug allen mechanischen Theorien zum Troze relativ correkt geht, weil er eben die Bedingungen zur Compensation des Fehlers in sich trägt und in passender Weise zu verwerthen gelernt hat.

Anchylosis articulationis genu sin.

(Tabelle 29 und 30. Tafel IV. Fig. 15 und 16.)

38 J. alter Arbeiter (Versuchsperson VIII), seit seinem 10. Lebensjahre mit linksseitiger Kniegelenksenchylose behaftet, nach seiner Angabe in Folge einer Fraktur, es besteht nur eine minimale Beweglichkeit im Gelenke; im Uebrigen ist derselbe gesund. — Die linke Extremität ist zwar nicht merkbar kürzer, aber doch mit der rechten verglichen, deutlich atrophisch.

---

1) Ein ähnliches Verhalten bei dem Falle von Meningitis spinalis (Versuchsperson XI pag. 80.)

Länge vom Malleot. ext.	L.	R.
zur Kniegelenkslinie	37 Cm.	39
von lezterer z. Trochanter	39	37
Peripherie des Oberschenkels in d. Mitte	36	48,2
» des Unterschenkels	26	32,5

Die Schritte des linken, steifen atrophischen Beines sind entschieden grössere, im Mittel beim ersten Versuche 681 und 647, beim zweiten 703 und 653 Mm. Ich habe bei einer früheren Gelegenheit (s. pag. 29) auf diesen pathologischen Fall kurz hingewiesen und die Erklärung dieses scheinbar paradoxen Verhaltens in der stärkeren Entwicklung des gesunden Beines gesucht. Es ist hier wohl der Ort, noch einmal auf die Beinschwingung zurückzukommen. Wenn je, so hat in einem solchen Falle der pathologische Prozess die Extremität in ein natürliches starres Pendel verwandelt, das, falls die Muskelaktion bei der Schwingung nicht betheiligt ist, ungehindert und frei nach vorne schwingen kann, sobald die Extremität über den Boden gehoben ist. Man vergleiche aber damit die sichtliche, mit der gesunden Extremität in entschiedenem Missverhältnisse stehende Anstrengung, die es kostet, die Extremität nach vorne zu bringen. Mit einer ruckweisen, brüsquen Bewegung wird es bewerkstelligt. Der Verlust der Beweglichkeit im Knie ist an sich als eine Beeinträchtigung der Schwingungsfähigkeit zu betrachten, weil die Aktion einzelner Muskeln bei der Starrheit des Kniegelenkes illusorisch wird und andere auxiliäre Bewegungen, z. B. Drehungen des Beckens, in erhöhtem Mass eintreten müssen. Während bei der gesunden Extremität das Spiel der prompt mit und nach einander arbeitenden Muskulatur die Leichtigkeit der Bewegung bedingt, ist hier durch den Ausfall einiger Muskelkräfte der Mechanismus gestört. Und troz alledem tritt durch erhöhte Arbeitsleistung der intakten Extremität eine Compensation ein; die kräftige Stüze der gesunden Extremität kommt der kranken zu gute, während die leztere, die weniger energisch stemmt, zu der geringen Schrittlänge des rechten Beines führt. Es muss demnach die Periode, in der die kranke Extremität vorgesezt wird, mit grösserer Muskelanstrengung verbunden sein, als die Zeit der Pendelung des gesunden Beines. Die direkte Beobachtung bestätigt dies ohne Weiteres.

Bezüglich der eigentlichen Schwingungscurven der Horizontalprojektion (Fig. 15 und 16) treten deutliche Verschiedenheiten zwischen beiden Extremitäten hervor; die linksseitige erscheint gerader, an der des rechten Beines sind oft leichte Unregelmässigkeiten zu bemerken (z. B. Doppelschritt $\frac{6}{8}$ Fig. 15, $\frac{4}{6}$ Fig. 16). Am Ende von Schritt 7 und 11 (Fig. 15) ist Schleifen auf dem Fussboden mittelst zweier Punkte verzeichnet. — Bedeutender ist der Unterschied, welchen der Anfangstheil der Curve, resp. das Stadium des Aufhebens oder Abwickelns des Fusses vom Boden, zeigt; R. stets ausgesprochene Schleifenbildung, entsprechend der auch objektiv wahrzunehmenden starken Hebung der Ferse; L. hingegen verläuft der innere Schenkel der Schleife, zumal in Fig. 16, nicht so schräg nach hinten, sondern vielmehr in horizontaler Richtung, um dann erst unter Bildung einer kleinen Incisur in die eigentliche Schwingungslinie überzugehen. Ich glaube, dass zu lezterer Art der horizontalen Einwärtsschwingung die starke Auswärtsrotirung des Fusses in Beziehung steht, wenigstens sehen wir z. B. bei Versuchsperson XIV, Tafel VI, Fig. 22 dieses Verhalten gerade da, wo der Fuss stark nach aussen gerichtet ist, viel weniger bei den kleineren Winkeln.

In unserem Falle ist der Unterschied zwischen den Winkeln, den die Füsse mit der Direktionslinie des Gehens machen, ein sehr bedeutender; beim ersten Versuch im Mittel (Auslassung des ersten und lezten Schrittes)

	L.	R.	
	25°,7	4°,5	d. h. 5,7 : 1,
im 2ten			
	28,4	6,7	d. h. 4,3 : 1;

dagegen entspricht der Mittelwerth aus den Winkelsummen mit 29,7 und 33,9 (direkt berechnet) durchaus den Werthen beim Gesunden.

Die Spreizweite mit 98,1 und 76,7 ist ebenfalls normal zu nennen, was auch von den übrigen, aus der Haupttabelle (Nr. 42) zu ersehenden, Positionen gilt. Die Gesammtabweichung erfolgt in beiden Versuchen nach rechts, nach der gesunden Seite, wie wir es auch bei Versuchsperson VIII gesehen haben.

Besonderes Interesse bietet die Verticalprojektion unseres Falles. Die gesunde r e c h t e Extremität gibt Curven, wie wir sie in der Hauptsache auch an anderen Orten kennen gelernt haben. Zu bemerken ist

die hohe Erhebung im Anfangstheile von u′, leicht zu erklären aus der auch in der Horizontalprojektion markirten starken Hebung der Ferse; u verläuft im Allgemeinen ziemlich geradlinig, doch ist die terminale Senkung immer noch angedeutet. o′ präsentirt sich als Curve von ganz normalem Verhalten. Die senkrechten Linien sind auffallend stark ausgeprägt. Wesentlich anders gestaltet sich die Curve der steifen Extremität. Zwar ist im Anfangstheil, entsprechend der Abhebung des Fusses ein sogar sehr steiler Anstieg der Curve zu bemerken; darnach aber, mit dem Beginn und der Fortdauer der Beinschwingung gewinnen die drei über einander gelagerten Curven eine eigenthümliche Gleichartigkeit. Während sich sonst u′ und u gegen Ende des Schrittes von einander entfernen, behalten sie hier von Beginn bis Ende der Schwingung die ungefähr gleiche Distanz bei. Dass dies auf der Starrheit des Kniegelenkes beruht, ist unschwer einzusehen. Während der Schwingung der steifen Extremität behalten die registrirenden Flüssigkeitsstrahlen stets dieselbe Distanz bei, und es hat jeder tiefer gelegene Theil der Extremität eine grössere Geschwindigkeit als ein höher gelegener. Beim normalen Gehen dagegen ändern die einzelnen Theile der Extremität ihre gegenseitige Stellung wesentlich mit Hilfe der Bewegungen im Kniegelenk; diese ermöglicht auch das Vorschwingen des Unterschenkels um die Kniegelenksachse, wodurch der Anstieg der u′ Curve am Ende des Doppelschrittes und damit die Näherung von u und u′ bewirkt wird. Bei der im Kniegelenk steifen Extremität ist dies von dem Oberschenkel relativ unabhängige Vorschwingen des Unterschenkels nicht mehr vorhanden, im Gegentheil, es kommen Schleifungen auf dem Boden gegen Ende des Schrittes vor; vom Moment der eigentlichen Schwingung an senkt sich die Curve stetig bis zu ihrem Minimum, selbst so, dass Theile derselben auf die Horizontalprojektion zu liegen kommen, besonders deutlich bei Schritt 11. Auffallend sind an den Curven die mannigfachen Unregelmässigkeiten; wenigstens bei u und o′. Sie müssen auf die Schwankungen des Rumpfes zurückgeführt werden, und kommen bei u′, wo die Schwingung noch am raschesten erfolgt, so gut wie nicht zur Geltung, bei den andern aber um so eher, als die Muskelführung fehlt, welche bei normaler Extremität der Curve eine gewisse Eleganz in der Schwingung und Gleichheit in der Ausführung verleiht. Jene hakenartige Zeichnung in der Gegend der k-linie,

die wir seiner Zeit mit der definitiven Streckung des Kniegelenkes in Zusammenhang gebracht haben, finden wir nur in der rechtsseitigen Verticalprojektion, während bei der linksseitigen eine solche vergeblich gesucht wird. Auch o′, sonst gegen Ende des Schrittes eher ansteigend, zeigt ein entschiedenes Absinken; es steht eben bei Beginn des Schrittes die der kranken Extremität entsprechende Beckenhälfte höher, als zu Ende desselben, was auch aus direkter Beobachtung leicht zu ermitteln ist, indem bei Beginn des Stüzens des rechten Beines der Rumpf sich deutlich hebt und so die vorher höher stehende Beckenhälfte Raum zum Absinken bekommt.

Gang mit Krücke nach Oberschenkelamputation.

(Tabelle 31. Tafel IV, Fig. 17.)

Der Fall betrifft einen 16j., hier in Arbeit stehenden Glasbläser, (Versuchsperson IX) dem in der chirurgischen Klinik im Januar 1873 der rechte Oberschenkel an der Grenze des oberen und mittleren Drittels amputirt wurde. Körperhöhe 153, Trochanterhöhe 80 Cm. Er geht jezt mit einfacher Holzkrücke, die er in die Achsel stemmt, den Schaft mit der vollen rechten Hand umfassend. Der Gang ist langsam, wobei die Krücke ziemlich ruhig vorwärts bewegt wird. — Der linke Fuss trug einen der gewöhnlichen bei den Versuchen benüzten Schuhe; an dem Krückenschaft, welcher 3 Cm. im Durchmesser hatte, wurde ein verticales Sprizröhrchen aussen so angebracht, dass die Röhrenmündung nicht ganz 4 Cm. vom Centrum entfernt war. An Regelmässigkeit lässt die so verzeichnete Curve nichts zu wünschen übrig; eine Schwingungscurve genau wie die andere. Die Krückenkurve fast gerade verlaufend, mit leichter Ausbiegung nach rechts; die Curven des schwingenden Beines im Gegentheil nach aussen concav, stets mit einer ringelförmigen Schleife beginnend, die dadurch entstanden ist, dass der vom Boden sich abhebende Fuss, indem er (wie objektiv zu constatiren) deutlich einwärts schnellt, die frühere Curve durchkreuzt, gerade so, wie wir es in Fig. 7 an verschiedenen Stellen getroffen haben. Hier allerdings ist die Schleife entgegengesezt gewendet, d. h. liegt nach innen von der Schwingungscurve und ihre einzelnen Theile wurden selbstverständlich in umgekehrter zeitlicher Folge aufgeschrieben, wie im vorliegenden Falle.

Wie a priori vorauszusehen war, so sind die »Schritte« der Krücke grössere, mit anderen Worten, es wird dieselbe nicht in die ungefähre Mitte des Doppelschrittes des schwingenden Beines gesezt, sondern mehr gegen das Ende desselben (was wir übrigens späterhin noch öfters finden werden). Und zwar beträgt das Schrittverhältniss 320,9 : 500,4, die weitaus grösste Differenz von allen bisher betrachteten Fällen. Würde die Krücke eine Extremität ersezen, so müsste sie in die Mitte ungefähr des Doppelschrittes fallen; da aber bei der Krücke die für den Ausfall der zweiten Hälfte des Doppelschrittes massgebende Stemmung des Beines gegen den Rumpf wegfällt, so wird das Bein des Krückengängers nur so weit über die Krücke nach vorne geworfen, als der anfangs ertheilten Energie der Schwingung entspricht. Der Doppelschritt des Krückengängers sezt sich also nicht zusammen aus der Wirkung beider Beine, sondern ist lediglich Effekt der beträchtlichen Muskelanstrengung e i n e r Seite. Die Krücke aber ist nur Stüzpunkt für die ihres Haltes beraubte rechte Rumpfseite. Ohnedies muss der Krükengänger eine allzu grosse Neigung der Krüke nach vorne (etwa entsprechend der Stellung eines rückwärts gesezten Beines) vermeiden, weil sonst Ausgleiten nach rückwärts zu befürchten wäre. Mittlere seitliche Spreizweite[1]) = 209 ist ziemlich gross; dagegen der Winkel der Fusssohle ein sehr geringer, im Mittel bloss — 1,6. Die durchschnittliche seitliche Abweichung der Ferspunkte desselben »Fusses« im Doppelschritt bietet auffallende, aber leicht erklärliche Differenzen (L. 48,3, R. 11,4), von den Schwankungen der seitlichen Abweichungen gilt dasselbe, die Winkelwerthe (der Abweichungen) zeigen ein entsprechendes Verhalten: L. 3°22′ R. 0°47′; die Werthe der maximalen Abweichungen L. 6°28′, R. 2°39′. Wenn wir uns vergegenwärtigen, dass die linksseitigen Doppelschritte von einer unter ungünstigen Bedingungen funktionirenden Extremität gemacht, die rechtsseitigen dagegen von einer Krüke markirt werden, welche ihrerseits unter dem Einflusse einer normalen o b e r e n Extremität steht, so ist die Erklärung des verschiedenen Verhaltens gegeben. Ein Individuum geht unter solchen Umständen, wenn ich den Ausdruck gebrauchen darf, mit einer unteren und einer oberen Ex-

---

1) Gerechnet vom Centrum des aufstehenden Krückentheils einer-, und dem wahren Ferspunkt andererseits.

tremität; die Sicherheit seiner Krüke ist ihm aber so wesentlich, dass wir auch auf dieser Seite die grössere Exaktheit suchen müssen, wohin die Aufmerksamkeit in erhöhtem Masse gelenkt ist.

Die Gesammtabweichung ist im Ganzen gering, nach der gesunden Seite hin erfolgend.

In eklatanter Weise zeigt auch dieser Fall, mit welcher Virtuosität der menschliche Instinkt derartige mechanische Hilfs- und Unterstüzungsmittel des Gehens zu verwenden im Stande ist.

Gang eines Doppeltamputirten mit Stelz- und künstlichem Fuss.

Tabelle 32. Tafel V, Fig. 18.

Das betreffende Individuum (Versuchsperson X), zur Zeit des Versuches 30 Jahre alt, ist in der chirurgischen Klinik im März 1879 am rechten, und im Juni 1879 am linken Unterschenkel amputirt, beide Male an der Grenze des unteren und mittleren Drittels. Am rechten Beine trägt Pat. seit 13 Wochen einen künstlichen Unterschenkel und Fuss, am linken noch den Stelzfuss. Pat. kann 2 Zeitstunden gehen ohne ausruhen zu müssen. Bei weiterem Gehen bedient er sich zweier Stöcke, die aber beim Versuche wegbleiben. Seit einigen Wochen betreibt die fragliche Versuchsperson ein Colporteurgeschäft. — Der Versuch wurde in der Art ausgeführt, dass der künstliche Fuss in einem registrirenden Schuh steckte; der Stelzfuss aber, wie im vorigen Falle, mit einem verticalen Sprizröhrchen versehen war. Der Versuch (20 Schritte) dauerte 13 Secunden; auch er lieferte, wie der vorhergehende, eine Curve von überraschender Regelmässigkeit. Der Stelzfuss (L.) beschreibt Curven, den normalen sehr ähnlich; oft ist die anfänglich leichte Einwärtsbiegung der Curve zu erkennen; sonst im Allgemeinen Convexität derselben nach aussen. Selbst das Abheben des Stelzfusses erfolgt ähnlich wie beim Gesunden nach rückwärts einwärts, was auch in der Curve angedeutet ist; es bleibt die Schleife kleiner, weil die starke Erhebung, wie sie die Ferse beim Abwickeln des Fusses bietet, beim Stelzfuss nicht vorhanden sein kann. Anders beim künstlichen Bein; eine ähnliche Bewegung, wie beim Stelzfuss wäre unzweckmässig; da eine Abwicklung des Fusses, überhaupt feinere Bewegung des lezteren im Fussgelenk, nicht möglich ist, so schwingt die Extremität, die sonst am Boden streifen würde,

in der Hauptsache direkt nach einwärts, im Anfang ist eine leichte Richtung nach hinten angedeutet. Im Uebrigen verläuft die Curve nach aussen concav. Eine ähnliche Configuration des Anfangstheiles die Curve treffen wir in Figur 16, wo aber im weiteren Verlaufe die Curve nach aussen convex erscheint. Im lezteren Falle haben wir es mit einer steifen Extremität zu thun; die Extremität mit dem künstlichen Fuss können wir vom gleichen Gesichtspunkte aus betrachten. Auch ihr fehlt in der Kette der beim Gehen in Betracht kommenden Muskelwirkungen die eine oder andere, und es kann so mit der künstlichen Extremität wenigstens nicht der natürliche Gang nachgeahmt werden. Dagegen dürfte sie befähigt sein, als Stüze zu dienen, was um so eher möglich, als vom Träger des künstlichen Fusses der Widerstand des Bodens genau gefühlt wird und auch die Imitation des Fusses ähnliche Bedingungen schafft, wie wir sie sonst bei normalem Gehen realisirt finden. So müssen wir auch hier wieder aus den günstigeren Bedingungen für das Stüzen es erklären, dass die linksseitigen Schritte die grösseren sind (480 : 435). Die mittlere seitliche Spreizweite (319,4) ist sehr gross, die grösste die ich in 41 Einzelversuchen überhaupt beobachtet habe.

Der Winkel, den der künstliche Fuss mit der Direktionslinie des Gehens machte, beträgt im Mittel 2°48′, also weniger, als der Durchschnitt beim Gesunden ergibt.

Im Allgemeinen sind die Positionen des Stelzfusses durchweg ungünstigere; die durchschnittliche seitliche Abweichung der Ferspunkte im Doppelschritt ist grösser, ebenso die Schwankungen der seitlichen Abweichung und der Winkelwerth dieser Abweichungen (2°10′ : 1°20′ für die Maxima 4°14′ : 2°27′). — In anderen Fällen haben wir auf der Seite, wo wir die schwächere Extremität vermutheten, die geringeren Schwankungen und Abweichungen getroffen und sie von der anderen stärkeren Extremität abhängig gemacht. Es ist aber andererseits nicht zu vergessen, dass auch die betreffende Extremität selbst wesentlichen Einfluss haben muss, je nachdem sie mit grösserer oder geringerer Sicherheit schwingt, d. h. mit verschiedener Promptheit der Muskelführung funktionirt. Und so wird wohl anzunehmen sein, dass beide Extremitäten zur Geltung kommen und je nachdem die eine oder andere prävalirt, der grössere Effekt auf diese oder jene Seite fällt. Dabei wird die Sicherheit einer schwingenden Extremität wesentlich er-

höht, wenn die andere in dieser Zeit kräftig stüzt, und dadurch namentlich vorzeitige und unzweckmässige Senkungen des Rumpfes verhütet, welche einen Schritt abzukürzen vermögen, der von vorne herein die Bedingungen grosser Sicherheit in sich gehabt hätte. —

Die nachfolgenden Fälle betreffen alle Kranke der medicinischen Klinik und sind in dieser von Herrn Prof. v. Liebermeister vorgestellt worden; sie wurden sobald sie passend für die Untersuchung schienen, zu Gehversuchen herangezogen, oft mehr in Rücksicht ihres eigenthümlichen Ganges, als in der Hoffnung, für bestimmte Krankheitscategorien specifische Gangarten hinzustellen. Sie wollen darum auch, nach Massgabe des zufliessenden klinischen Materiales ausgewählt, entfernt keinen Anspruch auf Vollständigkeit machen; von den bisher betrachteten unterscheiden sie sich wesentlich dadurch, dass die Störung im Gehen durch pathologische Veränderungen im Centralorgan bedingt ist.

Mangelhafter Gang, bedingt durch Motilitätsstörung.

(Meningitis spinalis.)

Tabelle 33 und 34. Tafel V Fig. 19[a] und 19[b].

Die betr. Versuchsperson (Nr. XI) 15½jährigen Flaschner, 155 Cm. gross, wurde nahezu vollständig paraplegisch am 8. V. 80 in die Klinik aufgenommen. Nach seiner Angabe hatte sich das Uebel erst im Winter 1879/80 entwickelt; doch bestanden diffuse Beschwerden schon das Jahr vorher. Es wurde an dem im Uebrigen vollständig gesunden Patienten neben geringer Druckempfindlichkeit der Lendenwirbelsäule und leichter Abschwächung der Sensibilität der Fusssohlen wesentlich eine motorische Schwäche der Unterextremitäten constatirt; Patient konnte nicht stehen, oder nur mit grosser Mühe, wenn er fest gehalten wurde. Einreibung von Ungt. ciner. in den Rücken. Am ersten Versuchstage (14. Juni) konnte er, freilich noch mangelhaft, aber ohne Stüze, gehen. Es war dies 8 Tage nach den ersten Gehübungen. Der Versuch dauerte 14 Secunden. Der Gang war entschieden noch unsicher, für den Pat. mit Anstrengung verbunden, die Arme wurden weit ausgebreitet, damit leichter Balance gehalten wurde.

Die Ergebnisse waren: grössere Schrittlänge des linken Beines (489 : 442), mittlere seitliche Spreizweite von 147,5, Winkel zwischen den Längsachsen der Füsse 21°,7. Durchschnittliche seitliche Ab-

weichung der Ferspunkte im Doppelschritt L. 37,5 R. 24,8, Winkelwerth der Abweichungen L. 2°17′ R. 1°32′, für die Maxima 4° und 3°52′. Gesammtabweichung sehr gering = 20 Mm. Die zugehörige Gehcurve (19ᵃ) zeigt Differenzen zwischen beiden Seiten; R. namentlich sind vor dem definitiven Niedersezen des Fusses mehrmals längere Schlürfungen auf dem Fussboden angemerkt. Die Curven einer Seite haben unter sich grosse Aehnlichkeit. L., wenigstens in den ersten Schritten, sehr geringe Ausbeugung nach aussen, in den späteren eher nach innen, nur an wenigen Stellen (z. B. Schritt 4 und 18) Andeutung einer normalen Hebung der Ferse, sonst eine solche gar nicht vorhanden; zwei Mal fällt die Fussspur innerhalb der Schwingungslinie, trozdem dass der Winkel mit der Direktionslinie viel grösser ist, als auf der rechten Seite. Bei Schritt 2 und 14 ist die Schleife in umgekehrter, als der gewöhnlichen, Form registrirt.

Das rechte Bein zeigt bei jedem Schritt das Stadium der Abwicklung, bei einzelnen allerdings mit weniger ausgesprochener Rückwärtswendung des ersten Schleifenschenkels; im Uebrigen sind die Curven relativ normale.

Bei dem zweiten Versuche, 5 Wochen später, am 22/VII, nachdem weitere Besserung eingetreten, wurde die Curve Fig. 19ᵇ aufgenommen. Die Schritte sind jezt wesentlich grösser, als das erste Mal, wiederum so, dass die linke Seite bevorzugt ist, 614 : 602. Das Verhältniss der beiderseitigen Schrittlängen hat sich ebenfalls geändert, früher 1106, jezt 1020, die Spreizweite ist wesentlich kleiner (87,8), der Winkel zwischen den Längsachsen der Füsse nahezu gleich geblieben. Berechnet man aber für jeden Versuch den Winkel jedes einzelnen Fusses, so erhält man

	L.	R.
1)	15,8	6,2
2)	13,4	8,2

d. h. es hat der Winkel linkerseits um c. 2° abgenommen, ist aber rechterseits um diesen Werth gewachsen, so dass das Gesammtresultat der Winkelsumme (direkt berechnet!) nicht wesentlich alterirt wird.

Die durchschnittliche seitliche Abweichung im Doppelschritt, sowie die Schwankungen derselben zeigen, wenigstens in den Mittelwerthen, günstigere Verhältnisse; bezüglich der Winkelwerthe hat sich das frühere Verhalten gerade umgekehrt, indem, mit allerdings

mässigen Differenzen zwischen beiden Seiten, die grösseren Zahlen auf der rechten Seite zu finden sind.

Die Curve ist in ihrer Physiognomie wesentlich geändert; die viel geringer gewordene Spreizweite nähert sie der normalen. Auf beiden Seiten, besonders aber auch der linken, starke Schleifenbildung; die Fussspur fällt stets ausserhalb der Schwingungscurve; die Schleifungen des rechten Beines sind nicht mehr vorhanden, alles Momente, welche eine normale Curve einer pathologischen gegenüber auszeichnen. Die exaktere Schwingung manifestirt sich an den längeren Curven, an denen freilich kleine Unregelmässigkeiten (z. B. linkerseits) immer noch vorhanden sind. Dabei muss bemerkt werden, dass der Gang als ein vollkommen normaler in so ferne auch jezt nicht angesprochen werden konnte, als er anscheinend immer noch etwas mühsam und mit Anstrengung ausgeführt wurde.

Breitspurig[1])-schleudernder Gang.

(Tabes dorsualis.)

Tafel V, Fig. 20. Tabelle 35.
Tafel V, Fig. 21. Tabelle 36.

In beiden Fällen handelt es sich um Hinterstrangsclerose. Der eine Fall, 39j. Bauer, seiner Angabe nach schon seit 6 Jahren krank (Versuchsperson XII, Fig. 20), zeigte Schwanken bei geschlossenen Augen, breitspurigen in geringem Grade schleudernden Gang, Störung der Sensibilität und Localisation. Grobe Kraft gut. Patellar-Sehnenreflexe übrigens erhalten (wie wir es, nebenbei bemerkt, bei verschiedenen, als Hinterstrangsclerose anzusprechenden Fällen beobachtet haben.). Ophthalmoskopischer Befund: Circumpapilläre Trübung links. — Daneben bestand eine z. Z. compensirte Mitralinsufficienz.

Der 2te Fall betraf einen 44j. Unterhändler, der seit Anfang 1877 krank war; der Gang war nur noch mit 2 Krücken möglich, exquisit schleudernd. Beim Augenschluss droht sofortiges Umfallen. Abminderung der Tastempfindlichkeit, der Schmerzempfindung. Die Lei-

---

1) Unter »Spurweite« verstehe ich den selbstverständlich wechselnden Abstand der Schwingungslinien der bewegten Extremitäten, so wie die Spreizweite die Distanz der ruhenden Füsse darstellt.

tung der Schmerzempfindung deutlich verlangsamt. Nachempfindungen. Patellarsehnenreflex vollständig aufgehoben. Blasse Papillen; verdünnte und spärlichere Gefässe. — Psychischer Defekt; weint bei der geringsten Veranlassung etc. Während des Versuches wurde der an 2 Krücken gehende Patient von einem Gehilfen gestüzt.

Der erste Fall bietet in mehreren Punkten abweichende Verhältnisse. Die Schrittlänge entschieden kleiner (441 und 308,9) als sie einem Erwachsenen entspricht; die Spreizweite mit 201 sehr gross und bis jezt bloss von den beiden Amputirten übertroffen. Die Winkelsumme der Längsachse beider Füsse (25,8 im Mittel) zeigt grosse Differenzen zwischen Minimum und Maximum, die durchschnittlichen seitlichen Abweichungen der Ferspunkte (im Doppelschritt 28,6 im Mittel) kann noch bei nachlässigem Gange Gesunder vorkommen; dagegen sind die Schwankungen relativ bedeutende. Die Winkelwerthe der seitlichen Abweichungen stellen sich mit $2^0 10'$ und $1^0 50$, resp. $5^0 10'$ für die Maxima, ziemlich hoch; die Gesammtabweichung ist eine sehr geringe.

Hiermit verglichen bietet der zweite Fall (Versuchsperson XIII) manches Analoge. Die Schrittlängen sind noch kleiner geworden, 218 und 364; die Spreizweite zwar kleiner, als bei XII, aber mit 150 immer noch gross zu nennen, wenn man hinzunimmt, dass der Kranke an zwei Krücken ging, die an sich die Spreizweite eher zu verkleinern gestatten. Der Winkel zwischen den Längsachsen beider Füsse mit 50,9 ist der grösste, der in 41 Einzelversuchen zur Beobachtung kam [1]). Die durchschnittliche seitliche Abweichung der Ferspunkte im Doppelschritt ist zwar grösser, als im ersten Falle (34,0), zeigt aber geringere Schwankungen, dagegen prävaliren die Winkelwerthe der seitlichen Schwankungen bei der Kleinheit der Schritte ziemlich über die des leichteren Falles, 3^0 und $3^0 42'$, für die Maxima $7^0 4'$ und $5^0 44'$. Die Gesammtabweichung ist, wie bei XII, gering, wobei freilich die Unterstüzung und Führung während des Gehens wesentlich betheiligt sein mag.

Rascher orientiren die beiden Curven Fig. 20 und Fig. 21 über die Verschiedenheiten beider Fälle. Der leichtere fällt für den ersten

---

1) Die Winkel des einzelnen Fusses zeigen, wie ein Blick auf Tabelle 36 lehrt, bedeutende Differenzen, L. 12 : 56, R. 18 : $40\frac{1}{4}$.

Blick noch am meisten durch die grosse Spreizweite auf; bei genauerem Zusehen bemerkt man, dass zwar links alle Fussspuren ausserhalb der Curve fallen, dass dies aber rechts nicht mehr der Fall ist, wo 7 von 11 ganz oder theilweise innerhalb sich befinden. Die Abwicklung des Fusses wird rechts (auch links bei Schritt 6 und 12) verschiedene Male vermisst (c. f. Fig. 19[a]), oder ist in umgekehrter Zeichnung vorhanden (cf. Schritt 5, 7, 15, 19), so dass sie mit der linken Seite übereinstimmt. Es ist dies nur so zu erklären, dass der rechte Fuss beim Abheben eine Drehung mit der Ferse nach aussen macht und zugleich sich etwas hebt, ehe die eigentliche Beinschwingung beginnt. Diese selbst ist einfach, rechts namentlich, mit Ausnahme vielleicht von Schritt $\frac{1}{1}\frac{1}{3}$ deutlich nach aussen convex. Links hingegen werden Curven mit normaler primärer Einwärtsschwingung getroffen. Vor Aufsezen des Fusses auf dem Boden sind öfters Schleifungen angemerkt; in der Figur ist Anfang und Ende einer solchen mit je einem Punkt markirt. Die Tabelle gibt die Länge derselben in Millimetern. — Fig. 21 ähnelt in einzelnen Stücken der vorhergehenden. Die grosse Spreizweite erscheint noch ausgesprochener, weil die Curven beider Seiten, die übrigens fast durchweg ohne störende Nebenschwingung verlaufen, stark nach aussen gebogen sind. Auch hier liegt öfters die Fussspur innerhalb der Schwingungslinien. Das starke Schleudern ist schon aus der Horizontalprojektion zu ersehen. Die Schwingungslinie geht nemlich gegen das Ende hin eine kurze Strecke zurück, entsprechend dem Niedersezen des zu weit nach vorne geschleuderten Beines. Dadurch entstehen Schleifen von ganz ähnlichem Aussehen, wie bei normaler Abwicklung des Fusses, sie haben aber selbstverständlich andere Entstehung und Bedeutung. Die Fussspur schliesst sich nemlich nicht an den Anfang des ersten Schleifenschenkels an, sondern liegt im Grund der Schleife; es gehört also der erste Theil der Schleife noch zum vorhergehenden Schritte und stellt nicht, wie sonst, den Anfang des folgenden Schrittes, i. e. das Stadium der Abwicklung der Ferse, dar. Die Abwicklung selbst ist nicht angedeutet. Auf der linken Seite treffen wir vereinzelte Bilder (z. B. Schritt 15, 21) wie rechts, meist aber Schleifenbildung (die übrigens rechts in Schritt 14, 20, 24, 26 auch vorhanden), deren Entstehung nach dem oben Gesagten eines ausführlicheren Commentars nicht mehr bedarf. Wir sind solchen Schleifen schon früher begegnet, z. B. in Fig. 17 Tafel IV und haben

auch ihre Entstehungsweise besprochen (pag. 75). Wenn aber bei jenen Ringelschleifen die Fussspur an die vordere Spize derselben sich anschliesst, so ist bei unserer Fig. 21 dieselbe erst an der innern Parthie der Schleife angelagert (der Anfang der Fussspur resp. der Ferspunkt ist meist durch einen quer verlaufenden kurzen Strich markirt!), also ganz analog, wie bei den einfachen Schleifen der rechten Seite die Fussspur nicht am Anfange, sondern in der Mitte oder dem Grunde derselben liegt. Am besten illustrirt wird aber die Schleuderbewegung des Gehens durch die Verticalprojektion [1]). Von einer Schwingung des Beines ist nicht mehr die Rede. Curve o besteht in einer schief nach vorne aufwärts steigenden Linie, welche mit dem Niedersezen des Fusses mehr oder weniger steil, meist wieder nach rückwärts gewendet, abfällt; Curve o′ (punktirt) verhält sich gerade so, und auch u ist ihnen vergleichbar, obwohl sie, wie in den Normalcurven, viel mehr gerade verläuft, als die anderen. Bei u′ verläuft die Curve im Allgemeinen horizontal, oder im geraden Gegensaze zu der Normalcurve nach oben convex, im Anfange schief vorn aufwärts. In gewissem Grade erinnert sie an u′ in Fig. 7, wo wir (beim Rückwärtsgehen) ebenfalls eine eigentliche Beinschwingung ausschliessen müssen. Da die Extremitäten in unserm Falle nie eine verticale Stellung einnehmen, sondern schief nach vorne gerichtet sind, so dass das Fuss- vor dem Kniegelenk, und dieses vor dem Hüftgelenke steht, so liegen auch die Curven mit ihrem Ende nicht vertical übereinander, sondern die unterste ist am weitesten vorne, die oberste liegt am meisten zurück, wie dies z. B. an Schritt 24 deutlich zu ersehen ist. Es lassen sich so an der Verticalprojektion die charakteristischen Merkmale des Schleuderganges direkt ablesen, und unsere Bezeichnung eines »breitspurig schleudernden Ganges« darf somit gerechtfertigt erscheinen,

---

1) Sie wurde, um bei der starken Schleuderbewegung jegliche Störung des Strahles auszuschliessen, mittelst der Sprize (cf. pag. 22) hergestellt, welche eine hinter dem Kranken gehende Person dirigirte. Die Curve ist an einzelnen Stellen unterbrochen, da bei dem sehr langsamen Gange des Kranken vorübergehend ein Nachlassen des Druckes geboten schien, damit nicht auf eine und dieselbe Stelle der Seitenwand allzu viel Flüssigkeit geschleudert werden sollte, wobei doch bloss schwer entwirrbare, in einander fliessende, Curven gezeichnet würden. Curve u ist an einigen Stellen defekt, da sich aus der sehr verwickelten Figur die Continuität nicht mit Sicherheit herstellen liess.

da sie in Kürze die Charakteristika beider Projektionen zusammenfasst, wie sie uns die graphische Methode verzeichnet.

Breitspurig spastischer Gang.
Tafel VI, Fig. 22. Tabelle 37.

Der Fall, Versuchsperson XIV, betrifft einen 38j. sehr wohlgenährten Weber (Gewicht 73 Klgrm), der seit August 1877 krank sein wollte. — Die Störung beschränkte sich bei ihm auf eine Schwerbeweglichkeit der unteren Extremitäten, die nicht in motorischer Lähmung, sondern in krampfhafter Contraktion der Muskeln ihren Grund hatte, welche sich einstellte, sobald der Kranke die Extremität aktiv bewegen wollte. Die Steifheit und Rigidität der nicht atrophischen Muskeln war direkt zu fühlen, z. B. wenn Patient stand oder Gehversuche machte. Zuweilen waren die Bewegungen ganz leidliche, ohne eine Spur von Ataxie ausführbar; doch brachte längere Anstrengung regelmässig den Muskelspasmus wieder hervor. Sensibilität normal. Kein Schwanken bei geschlossenen Augen. Urin- und Kothsecretion in Ordnung. Nirgends eine Lähmung; namentlich waren die oberen Extremitäten intakt. Sehr starker Patellarsehnenreflex und ausgeprägtes Fussphänomen. — Ophthalmoskopischer Befund normal. —

Besonders charakteristisch war der Gang. Patient bediente sich während desselben eines Stockes, den er in der rechten Hand führte. Die Beine wurden höchst schwerfällig, mit sichtlicher Anstrengung bewegt, die Füsse nur wenig vom Boden erhoben, geschleift. Troz grösstmöglichsten Aufwandes von Willenskraft war es dem Kranken oft nicht möglich, den Fuss vom Boden zu entfernen, oder wenn er es endlich zu Stande gebracht hatte, so fiel der Schritt klein aus und die mühevolle Arbeit begann von Neuem. — Hervorzuheben ist, dass die Schritte nicht genau alternirend folgten, sondern dass, wenn z. B. der eine vorgesezt war (4 gegen 3), der nächste Schritt des rechten Beines den Fuss bloss bis 3^b brachte und nicht über die Höhe von 4 hinaussezen konnte. Die Schritte sind desshalb so numerirt, dass links die geraden, rechts die ungeraden stehen; fallen mehrere Schritte des andern Beines in das Spatium eines Doppelschrittes, wie z. B. zwischen 2 und 4 3 Schritte der rechten Extremität, so sind sie mit 3^a, 3^b etc. bezeichnet; der Ferspunkt des Schrittes 3^c kommt, auf die Direktions-

linie des Gehens bezogen, vor Schritt 4. — In Tabelle 37 sind unter der Rubrik Schrittlänge die Doppelschritte einer Seite verzeichnet, gerechnet von 2 : 4 : 6 und 1 : 3 : 3^a : 3^b etc. Zieht man für jede Seite das Mittel, so erhält man Links 319,6, Rechts 284,3 (mit Ausschluss des ersten und lezten Schrittes); die Doppelschritte linkerseits sind also nahezu noch einmal so gross, wie die der rechten Seite, wesshalb auch hier mehr Schritte erforderlich sind, um dieselbe Wegstrecke zurückzulegen. Werden dagegen die einzelnen Schritte nach der gewöhnlichen Art berechnet (die diesbezügliche Tabelle ist nicht mitgetheilt) so erhält man Links 208, Rechts 107,3. Die Schritte des rechten Beines sind also wesentlich kleiner, als die des linken, mit andern Worten, es tritt hier der Muskelspasmus in viel störenderer Weise hervor, als bei der linken Extremität [1]). — Die Spreizweite ergibt den hohen Werth von 228. Auch der Winkel zwischen den Längsachsen beider Füsse, im Mittel 47°,17 ist gross zu nennen. Beide Füsse verhalten sich sehr ungleich bezüglich der Winkelstellung; der linke zeigt als niedersten Werth $19\frac{1}{2}$, als höchsten $32\frac{1}{2}$, beim rechten dagegen sind Minimum und Maximum 10 und 54. — Die durchschnittliche seitliche Abweichung der Ferspunkte im Doppelschritt, sowie ihre Schwankungen sind, absolut genommen, zwar ziemlich gering, erhalten aber wegen der Kleinheit der Doppelschritte die relativ hohen Winkelwerthe 2°25′ (L.) und 2°20′ (R.); für die Maxima sogar 6°20′ und 7°30′. Die Gesammtabweichung (Winkelwerth 20′) ist eine sehr geringe.

Die Curve 22, welche den Gang unseres Kranken darstellt, charakterisirt sich ohne Weiteres als eine exquisit breitspurige. Aber wenn wir sie zusammenhalten mit anderen, von uns als breitspurig bezeichneten Gehcurven (z. B. Fig. 21 und 22), so liegt ihr wesentliches Unterscheidungsmerkmal in den kurzen Schritten und der Art der Schwingungscurve. Zu der Wegstrecke zu der Versuchsperson XII und XIII 21,

1) Während wir in früher betrachteten, normalen wie pathologischen Fällen die grössere Schrittlänge eines Beines ganz vorzugsweise auf kräftigeres Stüzen des anderen Beines zurückführen mussten, fällt bei diesem Kranken, bei welchem eine aktive, die Vorwärtsbewegung des Beines direkt beeinträchtigende, pathologische Muskelthätigkeit vorhanden war, diese Erklärung weg, und das schwingende Bein regulirt, relativ unabhängig vom andern, seine Schrittlänge selbst.

resp. 27, Schritte brauchen, bedarf unser Kranker deren 54, und jeder einzelne derselben ist mit grösster Anstrengung ausgeführt, einem Aufwand von Muskelkraft, wie wir dessen beim Gehen auf horizontalem Weg nie benöthigen. — Die Schwingungscurven sind sehr einfache, zumal links; zwar keine reguläre Abwicklung, meist nur, entsprechend dem mühsamen Abziehen des Fusses vom Boden, ein mehr oder weniger schief nach vorne innen verlaufender Anfangstheil der Curve. Oft ist auch diese Art der Curvenbildung nicht vorhanden, sondern die Schwingung stellt lediglich eine von einem Schritt in den andern so ziemlich gerade verlaufende Linie dar (Schritt 20—26). Durchweg aber fallen auf der linken Seite die Fussspuren ausserhalb der Schwingungslinien. Für die rechte Extremität sind die Verhältnisse schon etwas verwickelter. Abgesehen von der grösseren Differenz in der Richtung der Fussspuren, von denen einzelne, z. Theil wenigstens, innerhalb der Curvenlinien fallen, begegnet man sehr häufig, besonders in der Mitte der Gehcurven, primärer Auswärtswendung derselben (auf der linken Seite ist dies bloss bei Schritt 28, jedoch in sehr geringem Grade der Fall). Die Extremität wurde in der Richtung nach aussen vom Boden weggezogen, ähnlich wie es Hemiplegische zu thun pflegen. In der Mitte des Versuches, wo Patient augenscheinlich sehr ermüdet war und desshalb auch (bei Schritt 40 und 41) für kurze Zeit ausruhte, häufen sich diese Schwingungscurven und die auffallend kleinen Schritte (23—35). Wo die anfängliche Schwingung nach innen erfolgt (15, 17), wendet sich die Curve im weiteren Verlaufe doch nach aussen. An einzelnen Stellen (Schritt 5—9) ist derselbe einfache Curvencharakter zu constatiren, wie wir ihn links (Schritt 20—26) getroffen haben. — Schleifungen des Fusses sind da und dort verzeichnet, meist vom innern Fussrand, d. h. dem innern Ballenpunkt herrührend; sie sind am vorderen Ende der Fussspuren angemerkt und entweder während des Niedersezens des Fusses oder im Augenblicke des Abhebens [1]) entstanden. Dann und wann streift der Fuss 2mal nach einander, aber mit kurzer Unterbrechung den Boden (Schritt 26, 34, 48). So bietet diese Curve vor anderen ganz besondere Eigenthümlichkeiten. Wenn wir sie mit einem »breitspurig

1) Der Beginn der die Schleifung darstellenden kurzen Linie steht dann in gleicher Höhe mit dem Kopfende der Fussspur.

spastischen Gang« in Verbindung bringen, so glauben wir damit den Fall, von unserem Standpunkte aus, genügend zu präcisiren. Ob er in das noch etwas dunkle Capitel der »spastischen Paralyse« hineinzurechnen wäre oder hier irgend welche Processe entzündlicher Natur vorgelegen haben mögen, muss ich dahin gestellt sein lassen. Coordinationsstörung war auszuschliessen, auch die Curve lässt nichts erkennen, das eine solche annehmen liesse. Es würde die Charakteristik des Ganges noch ergänzen, wenn man den Zusaz »mit grosser Spreizweite« machen würde. Bei grosser Spreizweite nemlich ist, falls der Gang ein breitspuriger bleiben soll, ohne Weiteres Bedingung, dass die Schwingung der Beine relativ geradlinig oder selbst nach aussen erfolgt; denn es kann, selbst bei grosser Spreizweite, doch, wenn die Beinschwingung eine entsprechende ist, der Gang relativ schmalspurig werden, wovon weiter unten ein Beispiel folgen wird (pag. 90).

Breitspurig-ataktischer Gang.

Tafel VI, Fig. 23. Tabelle 38.

34j. Schuster (Versuchsperson XV) aus neuropathisch disponirter Familie stammend, krank seit 13 Jahren, mit vorübergehenden Besserungen. Gang unsicher, mit Coordinationsstörung; dabei werden die Arme weit ausgebreitet, um Balance zu halten. Die Sprache langsam, z. Theil, namentlich in einzelnen Consonanten, undeutlich. Complicirtere Bewegungen, wie z. B. Erheben eines gefüllten Glases zum Munde und dergl. gelingen schlecht. Beide Sehnerven blässer.

Der Symptomencomplex war ein derartiger, dass man versucht war, an multiple Sclerose zu denken, wenn nur das, allerdings vorhandene, Zittern bedeutender gewesen wäre. So musste die genauere anatomische Diagnose in suspenso gelassen und eben ein der multiplen Sclerose verwandter oder in ähnlichen Erscheinungen sich äussernder Process (vielleicht eine diffuse Sclerose?) angenommen werden. Bemerkenswerth ist, dass ein Bruder des Patienten mit ganz ähnlichen, ebenfalls nicht zum typischen Bild der multiplen Sclerose stimmenden Erscheinungen vor einigen Jahren in der Klinik aufgenommen war. Derselbe ist auswärts gestorben.

Die Gehcurve, Fig. 23, lässt die wesentlichen Eigenthümlichkeiten des Ganges leicht erkennen. Links ziemlich gleichartiges Ver-

halten der Schwingungscurve, die stark nach aussen convex ist, wie wir es an andern schon wahrgenommen haben; keine reguläre Abwicklung des Fusses; die linksseitigen Fussspuren, deren Winkel (cf. Tabelle) mit der dd Linie kleiner sind, als rechts (11,1 : 26,4), fallen alle, ganz oder theilweise, innerhalb der Schwingungslinie; diese leztere zeigt in ihrem Verlaufe keinerlei Abweichungen. Anders rechts, wo alle Fussspuren ausserhalb der Curven fallen; diese selbst aber zeigen, mit der linken Seite verglichen, ein ganz abweichendes Verhalten und differiren wieder unter sich selbst. Zwar ist bei manchen, ähnlich wie links, der Schwingungsbogen angelegt, aber er beginnt mit einer primären Einwärtsschwingung, die eigentlich nur bei 16 und 18 fehlt; im Verlauf der einzelnen Curve sind Unregelmässigkeiten zu bemerken, in $\frac{2}{4}$, $\frac{8}{15}$, $\frac{12}{14}$, $\frac{16}{18}$ deutlich ausgesprochen; sie sind bewirkt durch uncoordinirte Nebenbewegungen, welche die Schwingung der Extremität begleiten und dem Gang das Unsichere und Unstäte verleihen, welches den uncoordinirten Gang auszeichnet. Da ein Doppelschritt immerhin in sehr kurzem Zeitabschnitt sich vollzieht, so ist es klar, dass eine so abnorm verlaufende Curve, wie z. B. $\frac{8}{10}$, einer sehr unsichern Bewegung entspricht, die von Moment zu Moment sich ändert und in ihrem Gesammteindrucke den Charakter des Uncoordinirten macht. Oft erscheint das Curvenbild für den Beschauer gerade keine sehr auffallenden Bewegungen zu markiren; man versuche aber nur, die registrirten Bewegungen mit einer Geschwindigkeit, wie sie dem Gehen entspricht, mit dem Finger oder noch besser mit einem Beine in die Luft zu zeichnen, und man wird eine ungefähr richtige Vorstellung von der pathologischen Bewegung bekommen.

Schleifungen vor Aufsezen des Fusses sind an mehreren Stellen notirt und zwar für beide Extremitäten.

Bezüglich der Schrittlänge ist wiederum das in der Schwingung schlechter funktionirende (rechte) Bein bevorzugt (399 : 380), die mittlere Spreizweite mit 183,6 ist ziemlich hoch, ihre Extreme um fast das 5fache differirend. Durchschnittlicher Winkelwerth zwischen den Längsachsen beider Füsse 36,6, woran sich freilich, wie wir oben gesehen, die beiden Füsse in sehr ungleicher Weise betheiligen. Die Abweichung der Ferspunkte im Doppelschritt ist rechts um die Hälfte grösser, die Schwankungen für beide Seiten nahezu gleich; die zugehörigen Winkelwerthe links entschieden kleiner (3°3′ : 4°,26′ und

11°49′ : 12°1′). Die Gesammtabweichung mit dem Winkelwerth 1°31′ ist ziemlich gross; geht nach der weniger afficirten Seite. — Wenn bei der grösseren Schrittlänge des rechten Beines dem linken ein wesentlicher Einfluss zuzuschreiben ist, so muss hinwiederum für das Verhalten der Abweichungen des linken Beines im Doppelschritte dieses selbst und die gestörte Coordination verantwortlich gemacht werden, wodurch eben der Fuss, ich möchte sagen, bald in dieser, bald in jener uncoordinirten Bewegung überrascht, nicht immer die adäquateste Stelle des Bodens trifft.

Schmalspuriger, partiell uncoordinirter Gang mit sehr grosser Spreizweite.

Tafel VI, Fig. 24. Tabelle 39.

Der Fall gehört einer typischen multiplen Gehirn- und Rückenmarkssclerose an. Besonders merkwürdig ist die lange Dauer der Krankheit, indem die ersten Erscheinungen bei dem z. Z. des Versuches 61jährigen Manne schon im 25sten Lebensjahre auftraten; 10 Jahre später (1854) war Patient erstmals in der Klinik aufgenommen; 1865 schon wurde die Diagnose auf multiple Sclerose gestellt. Jezt kann der, übrigens im allervortrefflichsten Ernährungszustande befindliche, Mann nur mit Hilfe zweier Krücken gehen. Es besteht lebhaftes Zittern, beständiges Wackeln mit dem Kopfe, schlecht articulirte Sprache; bei erhaltener Kraft der sehr voluminösen Muskulatur höchst uncoordinirte Bewegungen. — Die Schritte sind von mittlerer Grösse, links kleiner; die mittlere seitliche Spreizweite zeigt den unter allen 41 Versuchen bloss von Versuchsperson X, Fig 18 übertroffenen Werth 283. Der Winkel zwischen den Längsachsen der Füsse beträgt im Mittel 24,7, die mittlere seitliche Abweichung im Doppelschritt, L. 24,7, R. 20,6, auch die Schwankungen sind relativ mässige, ebenso die entsprechenden Winkelwerthe 1°32′ und 1°17′ resp. 3°40′ und 2°5′; die Gesammtabweichung ist eine ganz geringe. Auffallend für die erste Betrachtung schon ist, dass der Gang troz der beträchtlichen Spreizweite ein schmalspuriger ist. Dies ist selbstverständlich nur so möglich, dass die Extremität, ehe sie die eigentliche Pendelung vollführt, eine beträchtliche Näherung gegen die Medianlinie des Körpers (nach innen) erfährt, was auch bei unserer Figur 24 in hohem Grade der Fall ist. Hätten wir einen Schwingungsmodus, wie

in Fig. 21, (Versuchsperson XIII, wo die Spreizweite bloss 150 beträgt), so würden wir eine ausgesprochen breitspurige Curve bekommen, so aber ist die Breite der Spur nicht bedeutender, als sie z. B. in der Normalcurve, Fig. 1, getroffen wird. Wesentlich ist dabei auch der Umstand, dass die Schwingungscurve in der Hauptsache nach innen convex verläuft. Dies ist besonders deutlich links, wo auch die Aehnlichkeit der Curven unter einander eine sehr grosse ist. Alle Fussspuren liegen ausserhalb der Schwingungslinie. Von besonderem Interesse ist der Anfangsantheil der Curve, welcher eine bisher noch nicht registrirte verwickelte Figur darstellt. Zunächst, vom Ferspunkt der Fussspur an gerechnet, Rückwärtsbewegung, Durchschlingung des Endes der vorhergehenden Curve und Bildung einer Ringelschleife (wie in Fig. 17, links); dann aber, Schritt 12 etwa ausgenommen, nicht Beginn der Beinschwingung, sondern verschiedenartige unregelmässige zitternde Bewegungen, entweder nach innen gerichtet, oder unter einfacher Schleifenbildung wieder rückwärts gewandt (2, 4, 6, 8). An einigen Stellen ist schon an der grossen Schleife selbst (2, 12, 18) die zitternde Bewegung erkennbar. Viel regulärer, an einzelnen Stellen sogar dem Normalen sich nähernd (3, 5, 11, 13) ist die Curve des rechten Beines; doch sind auch (bei 9) ähnliche Verhältnisse zu constatiren, wie auf der linken Seite. Die direkte Beobachtung des Ganges ergibt auch, dass gerade die Abhebung des Fusses die bedeutendsten Störungen involvirte und relativ viel Zeit in Anspruch nahm, dass während derselben die für die Sclerose charakteristischen Zitterbewegungen am meisten hervortraten, während die Beinschwingung zwar schwerfällig und langsam, aber doch relativ coordinirt von Statten ging. Damit möge die Bezeichnung des Ganges als eines »partiell uncoordinirten« entschuldigt sein.

Auf der Figur ist auch mit + die Stellung der Krücken angemerkt, welche dieselben während des Ganges eingenommen haben. In Tabelle 39 ist, wie sonst der Abstand der Ferspunkte, so der seitliche Abstand der Krücken von der Direktionslinie des Gehens angegeben. Ihren Stüzpunkt nehmen die Krücken immer etwas vor der Fussspur oder auch in gleicher Höhe mit derselben, was wir auch später (Figur 26) in ähnlicher Weise treffen werden.

Schmalspurig ataktischer Gang mit mittelgrosser und mit normaler Spreizweite.

α) Tafel VI, Fig. 25 (reducirte Curve). Tabelle 40.
β) Tafel VI, Fig. 26. Tabelle 41.

α) Versuchsperson XVII, 28 j. Bauer, seit 2 Jahren krank. Schwankt bei offenen und geschlossenen Augen. — Abminderung der Sensibilität der Fusssohlen. — Taumelnder, uncoordinirten Gang, wobei leicht geschleudert wird; das rechte Bein erscheint schwächer. Incontinenz des Urines. Deutlicher Patellarsehnenreflex; Atrophie der Sehnerven, besonders links, Arterien und Venen dünner. Etwas gebessert in 6wöchentlichem Spitalaufenthalt.

β) Versuchsperson XVIII, 31j. Goldarbeiter, krank seit 4 Jahren. Geht selbst mit 2 Krücken mangelhaft; rechtes Bein wird etwas geschleift. Eine nennenswerthe Beeinträchtigung der groben Kraft sowie der Sensibilität ist nicht zu erweisen. Exquisiter Patellarsehnenreflex. Sedes involuntariae. Circumpapilläre Trübung.

Ich habe diese beiden Fälle zusammengefasst, nicht weil sie einer und derselben Krankheit entsprechen, indem der eine sich eher mit einer Tabes dorsualis, der andere mehr vielleicht mit einer Lateralsclerose (?) in Zusammenhang bringen liesse, sondern weil die Gehcurven gewisse Aehnlichkeiten bieten.

Jedenfalls sind beide den schmalspurigen Gangarten zuzurechnen. Fig. 25 ist zwar reducirt (s. pag. 11), so dass die Curven für jedes Bein dem wirklichen Abstande der Schwingungslinie entsprechen. Aber selbst wenn die Curven, wie dies bei allen übrigen der Fall ist, auseinander gerückt werden, bleibt doch der schmalspurige Charakter der Curve bestehen; für Fig. 26 ist er ohnedies nicht zweifelhaft. — Die Beinschwingungen sind durchaus nicht regelmässige; in Fig. 25 links allerdings im Ganzen von gleichem Charakter, wesentlich Einwärtsschwingung, oft mit Andeutung einer Fussabwicklung, aber troz der geringen Länge der Schritte (L. 277, R. 305) hier und da kleine Unregelmässigkeiten bietend (so $\frac{8}{10}$, $\frac{10}{12}$, $\frac{20}{22}$). Die Krümmung der Curven ist eine verschieden starke; bald sehr ausgesprochen ($\frac{4}{6}$, $\frac{14}{16}$, $\frac{18}{20}$), bald verlaufen sie mehr gestreckt und wenden sich gegen das Ende

der Schwingung nach aussen, aber in ziemlich geradlinigem Verlaufe. Die Fussspuren mit einer einzigen Ausnahme, Schritt 10, wo das Bein nicht nach einwärts schwingt, liegen ausserhalb, wie es auch rechterseits der Fall ist. Die Schwingungen des rechten Beines sind dagegen von wesentlich anderem Charakter; nicht nur, dass die Doppelschritte, wenigstens anfänglich, grösser sind, als links, die Curven zeigen auch in ihrem Anfangstheile eine andersartige Einwärtsschwingung, indem leztere ziemlich gerade nach innen gerichtet ist. Die weitere Schwingungsrichtung verläuft in der Regel nach vorne aussen; in Schritt $\frac{11}{13}$ bietet sie eine starke Auswärtsbiegung, herrührend von einem brüsqueren Hinausschleudern des Beines. An einigen Stellen, Schritt 6, 14, 20 etc. sind, durch Punkte markirt, am Ende der Beinschwingung Schleifungen des Fusses verzeichnet. Die mittlere seitliche Spreizweite beträgt 177,5, die Extreme derselben bewegen sich innerhalb weiter Grenzen (79 und 221). Die Summe der Winkel zwischen den Längsachsen beider Füsse beträgt bloss 9°,5′; dagegen zeigt der Winkel, den der einzelne Fuss mit der Direktionslinie bildet, grosse Verschiedenheiten, links im Mittel 6°,5′ (Extreme — $3\frac{1}{2}$ und + $32\frac{1}{2}$), rechts im Mittel 3°0 (Extreme — 9 und + 11). Dieses ungleiche Sezen der Füsse ist ein sehr wesentliches Charakteristikon der Ataxie und des Unvermögens, die richtige Haltung der Extremität im gegebenen Momente zu treffen. Die durchschnittliche seitliche Abweichung der Ferspunkte im Doppelschritt 40,3 und 49,3 ist ziemlich bedeutend, ebenso die Schwankungen; die Winkelwerthe für die seitlichen Abweichungen erreichen den hohen Betrag von 3°50′ (links) und 4°28′ (rechts), für die Maxima sogar von 11°55′ und 10°13′. Die Gesammtabweichung mit 1°34′ Winkelwerth ist (vom Gehen mit geschlossenen Augen abgesehen) die grösste bis jezt beobachtete.

Demnach ist dieser Gang (von Versuchsperson XVII) ausgezeichnet durch eine gewisse Unsicherheit, die sich nicht nur in der Gehcurve, sondern auch in den eben aufgeführten Massen manifestirt. Von einem exquisit tabetischen Gange ist er unterschieden durch geringere seitliche Spreizweite, und ausserdem ist bei einem solchen viel eher die Beinschwingung als nach aussen convex zu erwarten. Mit andern Worten, die Schmalspurigkeit der Curve passt nicht zur klassischen Tabes dorsualis. —

Der zweite Fall (Versuchsperson XVIII) stimmt mit dem ersten in der Schmalspurigkeit und der geringen Spreizweite, die bloss 87,8 beträgt, überein. Die Curven der linken Extremität, im Allgemeinen mit Fussabwicklung beginnend, nur an 3 Stellen kleine Schleifenbildung zeigend, bieten zu verschiedenen Malen Ausbuchtungen, so Schritt $\frac{4}{6}$, $\frac{8}{10}$. Sonst ist die Curve entweder nach innen convex, oder, gegen Ende des Gehversuches, mehr gerade; auf der rechten Seite dagegen zeigen sich Configurationen der Curven, ähnlich wie in Fig. 25, mit ziemlich gerader, primärer Einwärtsschwingung und schief nach vorne aussen gerichtetem Verlaufe. Schleifungen kommen bei beiden Extremitäten vor; die Krücken, deren seitliche Abstände inTabelle 41 notirt, werden, verglichen mit Fig. 24, nicht so nahe dem Schrittende aufgesezt, fallen aber doch in das lezte Drittel des Doppelschrittes. —

Die Schrittgrösse ist klein, für beide Extremitäten nahezu gleich (397,9 und 391,4), der Winkel zwischen den Längsachsen der Füsse mit 37,8 ist in normalen Grenzen; die durchschnittliche seitliche Abweichung im Doppelschritt (15,5 und 14,8) ebenso; das Gleiche gilt von den Schwankungen derselben; nur die Winkelwerthe der Abweichung werden bei der Kleinheit der Schritte wieder relativ grösser $1^0 7'$ und $1^0 5'$ (für die Maxima $2^0 36'$ und $2^0 17'$). Die Gesammtabweichung (Winkelwerth 9′) ist sehr gering.

Für beide Extremitäten tritt in allen eben aufgeführten Positionen eine grosse Uebereinstimmung hervor. Nur die Winkel für die linke Extremität (siehe Tabelle 41) sind entschieden grössere. Mit dem vorhergehenden Falle zusammengehalten ist bei XVIII die Ataxie eine viel weniger ausgesprochene, nur an einzelnen Stellen hervortretende, wobei allerdings die mächtige Beihilfe der Krücken und vielleicht auch der Umstand zu berücksichtigen ist, dass da, wo schon paralytische Symptome vorliegen, wie es hier der Fall, auch die Zeichen der Ataxie, die doch immerhin noch eine gewisse Funktionsfähigkeit der Muskulatur voraussezen, zurücktreten können. Immerhin aber wird man bei Fig. 26 von einem weniger prägnanten Fall von »schmalspurig ataktischem Gang mit normaler Spreizweite« reden dürfen.

Die im Vorstehenden abgehandelten pathologischen Fälle haben uns, jeder für sich, Besonderheiten geboten, die die Besprechung des einzelnen Falles im Detail erheischten und eine zusammenfassende Darstellung nicht erlaubten. Die Casuistik zu vermehren muss demnach eine leichte Aufgabe erscheinen, da doch bei jedem Fall auf irgend eine besondere Eigenthümlichkeit, auf eine specielle Nüancirung der Gangart gerechnet werden kann. Denn die Natur mischt aus der Fülle und Ueberfülle der pathologischen Symptome ihre Krankheitsbilder so bunt und mannigfaltig, dass bei Methoden, welche das individuelle Verhalten des einzelnen Falles mit Exaktheit zu registriren vermögen, nie einer dem anderen gleich sein kann. Und selbst bei den wenigen Fällen, die ich nach einem Gesichtspunkte glaubte zusammenfassen zu können, tritt fast mehr die Verschiedenheit als die Gleichheit der Bilder hervor. Mit Hülfe einer Nomenclatur, wie ich sie oben versucht habe, wird man aber dahin gelangen können, den einzelnen Fall mit wenigen Worten zu charakterisiren, und es wird sich eine derartige Bezeichnung um so mehr empfehlen, als sie bezüglich der Krankheitsdiagnose nichts präjudicirt; in manchen Krankheiten ist der Gang ein charakteristischer (z. B. Tabes dorsualis), und trozdem meine ich, dass eine die wesentlichen Besonderheiten des Ganges hervorhebende Benennung für das Verständniss mehr leistet, als eine die Krankheitsdiagnose enthaltende, welche die Art des Ganges als bekannt voraussezt und mit der Generalisirung des Namens das Unterscheidende des Einzelfalles vernachlässigt. In die oben angeführten Kategorien lässt sich sicherlich eine grosse Zahl pathologischer Gangarten unterbringen; auf Vollständigkeit machen sie nicht entfernt Anspruch; aber es wird leicht sein den einzelnen Fall an der Hand der aufgenommenen Curve und den Ergebnissen der direkten Messung die richtige Bezeichnung zu geben. Wo Paresen oder Paralysen vorliegen, wird dies zu bemerken sein. Man wird sogar einzelne Abstufungen machen können, in der Spurweite, in der seitlichen Spreizweite; man könnte etwa Spreizweite bis 110 normal nennen; von 110 bis 170 mittelgross, 170—200 gross, und was darüber sehr gross; ich habe mich solcher Bezeichnungen im Texte, ohne besonderen Commentars, bedient, weil sie ohne Weiteres verständlich sein müssen. Die Unterscheidung zwischen Spreizweite, d. h. der Distanz der ruhenden Füsse und Spurweite, d. h. dem Abstande der Schwingungscurven

der bewegten Extremitäten halte ich für wesentlich und zur Charakterisirung des Ganges für sehr geeignet.

Und so möge bei einem Thema, dessen Bewältigung die Aufgabe eines Einzelnen nicht sein kann, auch eine fragmentarische, eklektische Behandlung des Stoffes genügen, um darzuthun, dass auf diesem Wege in einem bisher noch wenig bearbeiteten Gebiete noch Manches zu leisten ist.

Zweiter Theil.

Die zeitlichen Verhältnisse der Gehbewegungen.

Die bisher besprochenen räumlichen Verhältnisse und die Registrirung der Gehbewegung, sind, zumal für die Pathologie, ungleich wichtiger, als die Kenntniss der zeitlichen Verhältnisse, mit denen wir uns fernerhin zu beschäftigen haben werden. Ohnedies ist die Registrirung der ersteren, wie wir gesehen haben, mit relativ einfachen Hilfsmitteln und dennoch in exakter Weise zu erreichen. Für die Zeitmessung dagegen bedürfen wir, wenn sie zuverlässig sein soll, complicirterer und kostspieliger Vorrichtungen, deren Beschreibung im nächsten Abschnitte gegeben wird.

I. Technik.

Ausser den schon früher erwähnten, auf die Zeit des Aufstehens des Fusses auf dem Boden bezüglichen, direkten Messungen (pag. 2), welche von den Gebrüdern Weber ausgiengen, hat namentlich Carlet aus den mit Hilfe des tambour enregistreur gewonnenen Curven die zeitlichen Verhältnisse berechnet, indem er neben der Registrirung der Gehbewegung durch einen Zeitmerker Secunden, resp. $\frac{1}{2}$ Secunden, aufzeichnen liess (l. c. pag. 12). Die genauere Beschreibung ist im Original nachzusehen. Die Besprechung der Carlet'schen Resultate wird erst weiter unten folgen können.

Ich habe mich bei meinen zeitlichen Messungen des gewiss am exaktesten und promptesten arbeitenden Motors, der Electricität, bedient. Die Methode, die ich für unsere Zwecke hiermit zum ersten Male zur Verwendung bringe, beruht, kurz gesagt, auf Herstellung und Unterbrechung elektrischer Ströme. Während des Aufstehens

des Fusses, resp. der einzelnen Parthien desselben, wird ein Strom hergestellt; in den Stromkreis ist ein Elektromagnet eingeschaltet, welcher ein Anker anzieht. Dieser ist mit einem Schreibhebel in Verbindung, welcher in dem Augenblicke, wo der Anker angezogen wird, auf das berusste Kymographion sich senkt und dort eine gerade Linie verzeichnet. Die Einrichtung ist nun so getroffen, dass der Hebel schreibt, so lange der Fuss, resp. Fusstheil, auf dem Boden ruht und dass in der Zeit, in der die Extremität vom Boden abgehoben ist, nicht auf die Trommel gezeichnet wird. Das auf leztere projicirte Bild des Gehversuches sezt sich demnach zusammen aus einer Anzahl von Linien, welche durch Intervalle unterbrochen sind[1]; die Grösse derselben wird selbstverständlich von der Geschwindigkeit und Art des Gehens, sowie der Rotationsgeschwindigkeit der Trommel abhängen.

Der zu den räumlichen Versuchen benüzte Schuh hat, um auch zur Zeitmessung des Gehens benüzt werden zu können, verschiedene Abänderungen erfahren (Tafel VII). Die 3 Messingcylinder für die Markirpunkte der Fussspuren (c, c′, c″), sowie die Messingleiste zur Aufnahme des verticalen, die Beinschwingung registrirenden Röhrchens (e) sind geblieben und können zugleich mit der Zeitmessung zur Verwendung kommen. Das Gewicht der in 4 verschiedenen Grössen vorhandenen Schuhpaare beträgt 1092, 1067, 766 und 542 grm. (s. pag. 8). Auf der Sohlenfläche trägt der Schuh sowohl an seinem vorderen, als an seinem Fersentheil eine Ebonitplatte von 4 Mm. Dicke. Die eine (a) reicht soweit nach vorne, als die messingene Fersenkappe (d), deren Unterfläche sie verdeckt; die vordere (b) reicht von der vorderen Umrandung des Schuhes bis in die Höhe der beiden anderen Messingcylinder (c, c′). Jede Platte ist mit 4 Schrauben (f, f) auf die Sohle lose befestigt, so dass sie in der Führung dieser 4 Schrauben der Sohle genähert werden kann. Ausserdem enthält jede Platte Messingschrauben (g, g^1 u. s. w.), die vordere 3, die hintere 2, alle in der Medianlinie des Schuhes gelagert, welche über die Unterfläche der Gummiplatte nicht vorragen, nach oben aber, gegen die Sohlenfläche des Schuhes, einen kegelförmigen Fortsaz senden, welcher mit der Schuh-

1) Ihre direkte Wiedergabe im Bild erschien überflüssig, weil dasselbe, bei der getrennten Registrirung der einzelnen Fusstheile, doch nicht übersichtlich genug sein würde.

sohle in metallische Berührung gebracht werden kann. Bei Platte a kommen diese Fortsäze (g^3, g^4) in Berührung mit der Unterfläche der messingenen Ferskappe d, bei Platte b im hinteren Theile der Fortsaz der Schraube g in Contakt mit der unteren horizontalen leistenförmigen, 2 Cm. breiten Fläche des Messingbügels, welcher seitlich die Cylinder c und c′ trägt. Die beiden vorderen Schrauben (g′ u. g^2) können angedrückt werden gegen eine zwischen Gummiplatte und Filzsohle eingeschobene halbmondförmige Messingplatte, die von hinten nach vorne gemessen $2\frac{1}{2}$ Cm. breit ist, im Uebrigen aber der Contour der vorderen Umrandung des Schuhes entspricht (Taf. VII, h Fig. 2). Vom hinteren Rande dieser Platte bis zum vorderen des Messingbügels, welcher die Cylinder c, c′ trägt, ist ein $6\frac{1}{2}$ Cm. breites Spatium, das bloss von der Gummiplatte überbrückt ist. Die direkte metallische Leitung zwischen beiden Messingplatten ist jedoch hergestellt durch den Kupferdraht i, welcher an den Filzschuh angedrückt, von hinten nach vorne verläuft. Die Messingköpfe g, g′ etc. jeder Gummiplatte sind durch einen in der Platte verborgenen, in der Medianlinie verlaufenden Metalldraht k, k′ verbunden; von der am meisten zurückliegenden Schraube g, resp. g^4, führt ein in die äussere Umrandung der Gummiplatte eingelassener Draht (l, resp. l′) nach aussen zum Draht m (m′), welcher zwischen die Gummiplatte und den Messingkopf p (p′) ausgespannt ist, an leztern schliesst sich die Fortsezung des Drahtes n (n′) an; der zuleitende Draht o (o′) führt zu dem mit dem Messingbügel, resp. der Ferskappe verbundenen Kopfe q (q′). Ich habe bisher die Leitung im Schuh als geschlossen angenommen und vorausgesezt, dass die Gummiplatten an die Fusssohlen angedrückt seien. Dies ist aber beim Gehen nur der Fall, wenn der Fuss auf dem Boden ruht; schwebt die Extremität, so werden die Gummiplatten durch Messingfedern (f f) von der Sohle abgedrängt gehalten [1]). Die quer verlaufenden Messingfedern der Platte b sind fast von der Breite des Schuhes, die der Platte a sind schräg gestellt. Die Federn sind 0,38 Mm. dick, die Platte a wird schon durch eine Belastung von 250 bis 300 grm., b durch eine solche von 200 grm. so niedergedrückt, dass die Leitung sich herstellt.

---

1) In Fig. 6 ist die Lage der Feder gezeichnet und ihre Bewegung in der Führung der Stifte ff erkennbar.

Die am weitesten nach vorn gelegene Feder trägt in der Mitte 2 seitliche Ausschnitte, um die Schrauben g′ und g^2 aufzunehmen, die 2te in der Mitte eine centrale Oeffnung für g; bei den beiden hintern Federn fehlen die Oeffnungen oder Ausschnitte in der Mitte; an den Enden ist da, wo die Stifte f die Federn durchbohren, der Ausschnitt längsoval, um der Feder, wenn sie zusammengedrückt wird und in der Längsdimension zunimmt, den nöthigen Spielraum zu gewähren. —

Der hiesige Universitätsmechanicus E. Albrecht hat diese Apparate in zufriedenstellendster Weise gefertigt.

Nehmen wir an, der Strom trete bei o ein, so geht er, wenn g angedrückt ist, bis zur Mitte des Messingbügels, dann durch g, l, m, n; ist g′ und g^2, oder auch nur g^2, in metallischem Contakt mit h, so geht der Strom von o nach q, dann durch die ganze Breite des Messingbügels, sodann durch i nach h, und durch g^2, g′ k nach g und von da auf dem eben beschriebenen Wege nach n; für die hintere Platte a gelten ganz ähnliche Verhältnisse; ist der hintere Theil der Platte mit g^4 angedrückt, so geht der Strom, in o′ eintretend, zum Schraubenkopf q′, durch die Messingkappe d nach g^4 und durch l′, m′, p′ nach n′; ist g^3 angedrückt, so wird das Stück k′ in den Stromkreis eingeschaltet; im Uebrigen ist der Weg zunächst von der Ferskappe nach g^3, dann durch k′ verlaufend, wie im ersten Falle. Es versteht sich von selbst, dass die Leitungen von einander ganz unabhängig sind und dass sofort eine solche sich herstellt, wenn irgend einer der Köpfe g—g^4 gegen die Schuhsohle angedrückt wird; sind an einer Fusssohle alle Köpfe angedrückt und löst sich die metallische Verbindung des einen, so geht der Strom durch die andern dennoch weiter. Ist z. B. bei Platte b, g und g′ (im lezten Stadium der Abwicklung des Fusses) ausser Verbindung mit der Sohle gesezt und nur noch g^2 in metallischem Contakt, so geht der Strom von g^2 durch g′ und g mit Hilfe einiger Drahtwindungen, welche die Schraubenspindel umwinden und die Continuität der metallischen Leitung vermitteln. In Fig. 7 (Tafel VII) ist die Befestigung des Drahtes an die Schrauben g—g^4 gezeichnet; die untere Figur stellt die Ansicht von aussen, die obere die Schraube in der Mitte durchschnitten dar. — Es kann somit das Aufsezen resp. Abheben des vorderen und hinteren Theiles jeder Platte gesondert registrirt werden.

Will man einen Contakt ausschalten, so genügt es, ein Blättchen

Papier oder dergl. zwischen die leitende Schraube und Schuhsohle zu schieben, um so die Leitung zu verhüten.

Als Electricitätsquelle (s. Fig. 4) dient eine aus 16 Meidinger'schen Elementen bestehende Batterie (E), die in einem Nebenraume

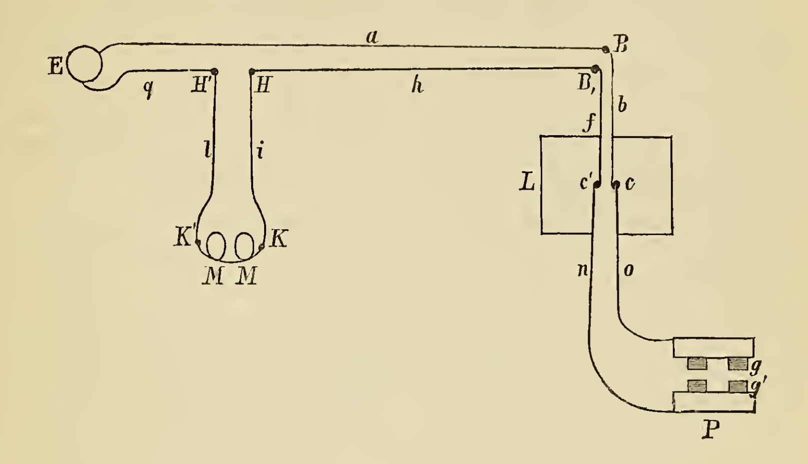


Fig. 4.

aufgestellt ist. Ihre 8 Leitungsschnüre sind isolirt durch die Wand geleitet und an der Längsseite des Versuchszimmers hingeführt. In der schematischen Fig. 4 ist eines von den 4 Drahtpaaren abgebildet. Der eine Draht (a) reicht bis zur Mitte des Zimmers, der andere (q) aber ist etwa in der Hälfte unterbrochen durch 2 Messingköpfe (H, H') (die selbstverständlich bei Anstellung anderer Versuche in direkte leitende Verbindung gesezt werden könnten); von diesen zweigen sich 2 Leitungsdrähte l und i zu den Klemmschrauben K' und K ab, zwischen welche der elektromagnetische Schreibapparat (MM) in den Stromkreis eingeschaltet ist. Draht a endet in einem Messingkopfe B, von H zweigt sich ein Draht h (die indirekte Fortsezung von q) ab, welcher in B' endet. Von B und B' gehen 2 lange Drähte (resp. ein Convolut von 8 Einzeldrähten, die sich wiederum in 4 Paare trennen) zu den Schrauben c und c', welche auf einem steifen Stück Leder (L) befestigt sind. Von c und c' führen endlich 2 Drähte o und n zum Schuh (cf. auch Tafel VII Fig. 1 und 2), die Leitung ist aber erst hergestellt, wenn die Platte P, welche die Hartgummiplatten darstellt, nach oben hin in Contakt kommt, so dass g und g' sich berühren. — Es sind selbstver-

ständlich so viel Drahtpaare nöthig, als wir einzelne Electromagneten, resp. bewegliche Gummiplatten haben, deren Bewegungen wir gesondert registriren wollen. Demnach ist, was in der schematischen Figur gezeichnet, 4fach vorhanden. —

Das Leder L trägt 4 Schraubenpaare, welche die Leitung zu der vordern und hintern Platte des rechten, wie linken Schuhes vermitteln. Die (8) Schnüre b und f müssen so lang sein, dass das Versuchsindividuum, welches das Leder mit 2 Riemen um die Lenden geschnallt trägt, im Gehen nicht gehindert wird; sie werden dabei, in ein einziges Bündel zusammengefasst, auf dem Boden nachgeschleift.

Der Schreibapparat zerfällt in zwei Haupttheile, das Kymographion und die vier Schreibhebel sammt dem elektrischen Zeitmerker. Die Einrichtung des Kymographions seze ich als bekannt voraus und beschränke mich darauf zu bemerken, dass das von mir benüzte, von Mechanikus Albrecht dahier gefertigte, in mässig breitem Rahmen eine genaue Abstufung der Rotationsgeschwindigkeit bei sehr gleichmässigem Gange herstellen liess [1]). Die Umdrehungsgeschwindigkeit war, da es sich bei meinen Versuchen um Messung auch sehr kleiner Zeiten handelte, eine ziemlich bedeutende, so dass bei der Aufzeichnung das Zeitintervall einer Secunde genau die Länge von 10 Cm. erhielt, wodurch die Berechnung der wirklichen Zeitwerthe eine wesentliche Vereinfachung erfuhr.

Auf Tafel VIII ist der Apparat, z. Theil schematisirt, abgebildet, ungefähr in $\frac{1}{4}$ der natürlichen Grösse.

Fig. 1 zeigt den Apparat von oben gesehen. Auf der um eine horizontale [2]) Achse (y) sich drehende Kymographiontrommel (k y) (die übrigen Theile des Kymographions konnten weggelassen werden) ruhen die schreibenden Hebel a, a′, a″, a‴, welche, von links nach rechts gezählt, der Reihe nach entsprechen: Ferse links, Ballen (resp. Fussspize) links; Ferse rechts, Ballen rechts; d. h. den Platten a und b des Schuhes auf Tafel VII.

In Fig. 2 (Tafel VIII) ist aus der Seitenansicht die Einrichtung

---

1) Der Raumwerth einer Zeitsecunde kann zwischen ungefähr 10 bis etwas über 100 Mm. variirt werden.

2) Die Einrichtung des Kymographions erlaubt auch eine verticale Stellung der Längsachse der Trommel, die aber für meine Zwecke nicht in Frage kam.

eines der vier Schreibhebel zu ersehen. Er besteht aus einem längeren horizontalen Arme (A) und einem kürzeren, verticalen, den Anker d tragenden (B); die Bewegung des Hebels geschieht um die transversale Achse c, deren Einzeleinrichtungen hier nicht wiedergegeben werden (s. auch Fig. 1). Der eigentliche Schreibstift e am Vorderende des Hebels kann, je nach Bedürfniss, höher oder niederer geschraubt werden, so dass demselben stets die für ein leichtes und sicheres Zeichnen auf das berusste Papier geeignete Stellung gegeben werden kann. Die Excursion der Hebelspizen beträgt bloss c. 3—4 Mm. Der horizontale Theil des Hebels kann bei f, wo er in eine Hülse eingelassen und mittelst einer Schraube fixirbar ist, mehr oder weniger verlängert oder verkürzt werden; bei g ist ein durch eine Schraube festzustellendes Gelenk angebracht, welches eine Knickung des Hebels zur Seite (s. Fig. 1) und somit eine bessere Ausnüzung des von der Kymographiontrommel gebotenen Areals gestattet. Ueber dem Anker d ist in zwei vertical gestellten, von Kupferdraht umwundenen Rollen (h) das Hufeisen angebracht, welches während des Durchfliessens des Stromes magnetisch wird und den Anker d anzieht. In Fig. 2 ist der Anker angezogen; die rückwärts von ihm angebrachte Schraube i stösst an ein als Arretirung dienendes, horizontal vorstehendes Messingplättchen an; der Schreibstift e ruht auf der Kymographiontrommel. Hört der Strom in der Drahtspinale und damit der Magnetismus im Hufeisen auf, so wird der Hebel durch die vor der Achse c befindliche Feder k nach oben gezogen; der Schreibstift entfernt sich von der Trommel, der Anker sinkt ein wenig nach unten. Der Schraubenstift l, welcher an ein vorstehendes Plättchen q anstösst, verhindert ein zu starkes Emporheben des Hebels durch die Feder k. Der Strom tritt durch die Schraubenköpfe m (in Fig. 2 ist nur einer zu sehen) ein und aus [1]), und zwar selbstverständlich so, dass jeder der vier Hebel für sich von einem besonderen Strome bewegt wird [2]); Rollen und Hebel sind an einem verticalen Holzbrettchen α befestigt, welches in einer Führung läuft und in beliebiger Stellung durch die grossen Schrauben n (Fig. 1) fixirt werden kann. Diese vier einzelnen die Schreibvorrichtung tra-

1) entsprechend den Drähten i und l in der schematischen Figur 4 (pag. 101).

2) Für den Fall, dass man die Hebel an der unten gelegenen Seite der Trommel schreiben lassen wollte, dienen die unteren Schraubenköpfe m′ (ganz analog den oberen angebracht) zur Zu- und Ableitung des Stromes.

genden Brettchen (α) sind in ein gemeinschaftliches grösseres, senkrecht gestelltes Brett Q eingelassen, welches, selbst wieder mit einem Brette R verbunden, auf einem soliden eisernen (in der Zeichnung nicht berücksichtigten) Gestell ruhend, mittelst einer Kurbel seitlich verschoben werden kann. Da nemlich die Umdrehungsgeschwindigkeit der Trommel eine ziemlich grosse ist, für den einzelnen Versuch also eine einzige Umdrehung gewöhnlich nicht ausreicht, so müssen die Schreibspizen seitlich verschoben werden, um mit Vermeidung des vorher Aufgezeichneten neue Stellen der Trommel bestreichen zu können. Eine einmalige Umdrehung der Kurbel verschiebt das ganze System der vier Schreibhebel um 1 Mm. nach der Seite. Es erhellt, dass die von den Hebeln verzeichneten Linien eben wegen dieser bei länger dauernden Versuchen nöthigen Verschiebung Segmente einer Spirale darstellen, was aber selbstverständlich der Genauigkeit der Resultate keinen Eintrag thut.

In Fig. 2 ist neben dem Schreibhebel ein elektrischer Zeitmerker (nach Edelmann) dargestellt, dessen Einrichtung ich als bekannt voraussezen darf. Ich liess durch ihn zur genauen Controle des übrigens sehr exakt und gleichmässig rotirenden Kymographions ganze Secunden mit Hilfe eines über die Quecksilberkuppe streichenden Secundenpendels markiren, wodurch die Bestimmung der Zeitwerthe mit grösster Genauigkeit geschehen konnte. — Den Zeitmerker trägt eine am Brette R befestigte Eisenstange, die zuerst vertical verläuft (S, Fig. 2), dann rechtwinklig umbiegt (S′, Fig. 1). Auf dieser horizontalen Stange S′ ist das Instrument in einer Hülse seitlich verschiebbar und durch eine Schraube L fixirbar; ausserdem kann dem Instrument die zur Berührung der Trommel nöthige Schiefstellung gegeben werden. Die Schraube u gestattet eine Feststellung des Instrumentes, wenn man es in der Richtung des Trägers o in der Hülse verschoben hat. Der Schreibstift w markirt die Zeitintervalle in Gestalt feiner Punkte, resp. bei grösserer Rotationsgeschwindigkeit kurzer Linien. —

Am eisernen Gestelle, welche das Brett R und Q und an diesem die Schreibapparate und den Zeitmerker trägt, ist ein Charnier angebracht, welches es erlaubt, bei feststehendem Gestelle sämmtliche Schreibapparate nach hinten hinüber zu klappen, wodurch die Trommel freigelegt wird und leicht aus ihrem Lager herausgenommen oder eingefügt werden kann.

Es ist bei Anstellung des Versuches darauf zu achten, dass die Spizen der vier Schreibstifte sämmtlich in einer zur horizontalen Achse (y) der Trommel genau parallelen Linie stehen, welche man vorher auf das Papier aufzeichnet; die Schreibstifte dürfen weder zu leicht noch zu fest auf das berusste Papier aufdrücken; zu dem Zwecke ist, wie schon früher erwähnt, der Schreibstift e in verschiedener Höhe stellbar und hat ausserdem eine zur Trommelebene schiefe Lage; es wird dadurch jede störende Reibung auf dem Papier vermieden. Die auf das berusste Papier verzeichnete graphische Darstellung des Gehversuches wird mit bekannten Mitteln fixirt; die Ausmessung, resp. Bestimmung der Zeitwerthe geschieht mit einem Millimeter-Massstab und ist durch die einfachen Proportionsverhältnisse (100 Mm. = 1 Secunde) sehr erleichtert. Die Genauigkeit der Zeitmessung ist bei der grossen und gleichmässigen Rotationsgeschwindigkeit der Trommel eine sehr grosse und erstreckt sich auf kleinste Bruchtheile einer Secunde; ich habe nicht mehr als $\frac{1}{100}$ Secunde = 1 Mm. gemessen, da weitere Bruchtheile überflüssig wären. Kleine, aber für unsere Zwecke doch kaum in Betracht kommende Fehler könnten höchstens dadurch entstehen, dass die Fussplatten mit (allzu) verschiedener Leichtigkeit gegen die Sohle angedrückt würden. Bei den relativ starken Belastungen aber, welche die einzelnen Fusstheile während des Gehens erfahren, kann eine Verschiedenheit der doch im Allgemeinen sehr leicht beweglichen Fussplatten kaum in Frage kommen. Die zum Andrücken der Platten an die Sohle eben nöthigen Gewichte sind pag. 99 angegeben.

Die beschriebenen registrirenden Apparate erlauben das Messen nicht bloss des einfachen Gehens, sondern auch des Springens, Tanzens, überhaupt fast jeder Bewegung des Beines, die mit Aufsezen der Fusssohle (oder eines Theiles derselben) gegen eine Unterlage verbunden ist. Gegenüber der Carlet'schen Methode, welche nur ein Gehen in der Manége gestattet, liegt somit ein entschiedener Fortschritt vor.

Die 4 Schreibhebel des zeitregistrirenden Apparates messen für jedes Bein direkt (s. die Tabellen) den Anfang (Beginn) folgender 4 (resp. 8) Akte:

c) Erheben der Ferse vom Boden,

a) Aufsezen der Ferse auf den Boden,

d) Abheben der Fussspize vom Boden,

b) Aufsezen des Ballens auf den Boden [1]).

Die 4 Buchstaben für die genannten Zeitpunkte werden später in diesem Sinne gebraucht werden.

Diese 4 direkten Messungsresultate werden in fortlaufenden Zeilen eingetragen, so zwar, dass der Versuch anfängt (mit der Zeit o) mit dem Beginn des Erhebens der Ferse desjenigen Beines, welches den ersten Schritt vollführt. Jeder dieser Zeitpunkte (für beide Beine) ist also auf den Beginn des Gehens bezogen. Die Werthe in den die direkten Messungen enthaltenden Tabellen, welche keiner weiteren Erläuterung bedürfen, beziehen sich immer auf Secunden.

Beim Gehen steht während eines Doppelschrittes das Bein einmal auf dem Boden und schwingt einmal.

Das Stehen auf dem Boden theilt sich in 3 einzelne Akte:

α) Zeit vom Beginn des Aufsezens der Ferse bis zum Aufsezen des Ballens — der kürzeste der 3 Akte.

β) Zeit des Aufstehens der ganzen Fusssohle.

γ) Zeit des Abwickelns der Fusssohle (Beginn des Abhebens der Ferse bis zum Moment des Abhebens der Fussspize).

Die Zeit δ) des Schwingens ist beim Gehen immer von kürzerer Dauer, als die des Aufstehens; der Unterschied ist sehr gross bei langsamem Gehen und wird immer geringer mit zunehmender Geschwindigkeit.

Es ist also die Zeit des Doppelschrittes:

$$S = \alpha + \beta + \gamma + \delta$$

Beim Sprunglauf (— Eillauf war in der relativ kleinen Räumlichkeit nicht wohl ausführbar —) werden selbstverständlich ganz dieselben Bezeichnungen gebraucht.

Aus den Tabellen, welche die direkten Messungen enthalten, sind die zeitlichen Verhältnisse jedes Schrittes (resp. Doppelschrittes) abzuleiten und können mit denen der übrigen Schritte verglichen werden. Dadurch entsteht eine zweite Classe von Tabellen (mit dem Index b), in welchen ich berechne:

---

1) Legt man ein Plättchen Papier oder dgl. unter den Ballencontakt (Tafel VII, Fig. 1, g), so wird lezterer ausgeschaltet; man würde also dann das Aufsezen der Fussspize auf dem Boden (entsprechend dem vorderen Theile der Ebonitplatte a) erhalten.

1) Die Dauer der Doppelschritte. Bei den hier in Rede stehenden periodischen Bewegungen, bei welchen das Bein die stüzende und schiebende und sodann die schwingende Bewegung durchmacht, ist die Dauer des Doppelschrittes (wie bei der Wellenbewegung) gegeben durch die Zeit, welche zwischen je zwei auf einander folgenden, genau gleichen Phasen des Bewegungszustandes liegt; also kann man rechnen:

von a des einen bis a des übernächsten Schrittes; aber ebenso von b, c, d bis zur gleichnamigen Phase des übernächsten Schrittes. Es geschah dies wirklich in einigen Tabellen; in allen andern aber wurde nur von a bis a gerechnet d. h. vom Aufsezen der Ferse eines Schrittes bis zum Aufsezen der Ferse des übernächsten Schrittes.

2) Dauer des Einzelschrittes; sie kann bemessen werden durch die Zeit, welche zwischen zwei gleichen Phasen beider Beine liegt; auch hier wurde (wie bei 1) gerechnet von a des einen Schrittes bis a des nächsten Schrittes.

3) Dauer des Aufstehens eines Beines auf dem Boden wird gerechnet vom Aufsezen der Ferse auf den Boden bis zum Aufheben der Fussspize, also von a des einen bis d des übernächsten Schrittes. In den (meist pathologischen) Fällen, wo der Ballen früher aufgesezt wird, als die Ferse, ist die Dauer des Aufstehens zu rechnen von b des einen Schrittes zu d des übernächsten Schrittes.

4) Dauer der Schwingung reicht vom Abheben der Spize bis zum Aufsezen der Ferse (oder wenn der Ballen vor der Ferse aufgesezt wird, bis zum Aufsezen des Ballens), also von d bis zu a (resp. b) desselben Schrittes.

5) Fussspize wird später abgehoben als die Ferse um die Differenz der Werthe d—c; dieser Werth drückt zugleich die Dauer der Abwicklung der Sohle vom Boden aus. In den (übrigens selten vorkommenden) Fällen, wo die Fussspize früher, als die Ferse abgehoben wurde, wäre der Werth c—d mit negativem Vorzeichen zu versehen.

6) Der Ballen (nicht die Fussspize) wird später aufgesezt als die Ferse um den Betrag b—a; auch hier sind negative Werthe einzusezen, wenn (wie es nicht so selten ist) der Ballen früher, als die Ferse aufgesezt wird.

7) Die Zeit des gemeinschaftlichen Aufstehens

beider Beine auf dem Boden reicht vom Aufsezen der Ferse[1]) des einen (vorderen) Beines (a) bis zum Abheben der Spize des andern (hintern) Beines (d) ist also = d—a (s. übrigens auch die schematische Figur bei Weber, pag. 40).

Die Zeit des Aufstehens der ganzen Fusssohle auf dem Boden lässt sich berechnen aus der »Dauer des Aufstehens eines Beines auf dem Boden« vermindert um die Werthe α und γ (pag. 106).

II. Physiologischer Theil.

In ähnlicher Weise, wie früher bei Betrachtung der räumlichen Verhältnisse des Gehens, müssen hier, bei den zeitlichen, die einzelnen Phasen des Gehens gesondert geschildert und neben der Dauer des Einzelschritts resp. Doppelschritts der Antheil der einzelnen Momente des Gehaktes an der Gesammtdauer des Schrittes festgestellt werden. —

Der Gehversuch beginnt mit Abwicklung der Sohle desjenigen Beines, welches den ersten Schritt vollführt; es erscheint aber zweckmässig, nicht mit diesem einzelnen Akte, sondern der mehr generellen Betrachtung der Doppelschritte die Darstellung zu beginnen.

a) Die Dauer des Doppelschrittes

wurde für jedes Bein nach dem pag. 107 erörterten Principe aus den Messungen gesondert berechnet, und zwar enthält die eine Tabelle die einzelnen Doppelschritte, während in einer zweiten die mittlere Dauer derselben verzeichnet ist. Dabei zeigt sich zunächst, dass die Dauer der einzelnen Doppelschritte variirt und in mässigen Grenzen schwankt und dass die Doppelschritte des einen Beines zeitlich nicht genau gleich sind dem des andern. Wir treffen hier demnach ganz ähnliche Verhältnisse an, wie seiner Zeit bei der Schrittlänge (pag. 27). Verschiedene Werthe für die Dauer des Doppelschrittes können schon dadurch erhalten werden, dass man den Doppelschritt nicht, wie es gewöhnlich geschah, vom Aufsezen der Ferse des einen bis zum Aufsezen der Ferse des übernächsten Schrittes (a—a) rechnet, sondern von irgend einer Zeitphase des Gehens zu der correspondirenden des übernächsten Schrittes. Diese Art der Berechnung ist in 8, mich selbst betreffen-

---

1) Wo der Ballen früher aufgesezt wird, vom Aufsezen des Ballens (b)

den, Versuchen (Gehen mit verschiedener Geschwindigkeit, Springen, Rückwärtsgehen) angestellt und in Tabelle 43c—50c registrirt. Die Abweichungen der so erhaltenen Mittelwerthe untereinander ist zwar sehr gering, meist erst in der 2ten Decimale vorhanden und somit für gewöhnlich noch nicht einmal 1% betragend, aber sie zeigt doch ohne Weiteres die Variabilität der Werthe der Einzelphasen und lässt, ebenso wie bei dem Verhalten der Schrittlängen, eine absolute Gleichheit innerhalb der periodischen Gehbewegung vermissen.

Wesentlich beeinflusst ist die Dauer des Doppelschrittes durch die Geschwindigkeit des Gehens. Bei den in Betracht kommenden Versuchen war stets dieselbe Wegstrecke zu durchmessen, c. 8 Meter. Abgesehen nun von der Gehgeschwindigkeit an sich, so ist zu berücksichtigen, dass man, natürliches und ungezwungenes Gehen vorausgesezt, »beim schnelleren Gehen nicht nur grössere, sondern auch in gleicher Zeit mehr Schritte macht« (Weber, l. c. pag. 259). Die folgende kleine Uebersicht bestätigt diese Gesezmässigkeit.

	Zahl der Schritte	Dauer des Versuchs in Secunden	Mittlere Dauer des Doppelschrittes	Taxirte Länge des Schrittes
I, a s. langsames Gehen	17	21,33	2,562	470 CM.
I, b	14	10,94	1,576	} 643
I, c	14	8,49	1,205	
I, d	14	8,45	1,195	
I, e schnellstes Gehen	11	4,69	0,832	727

Versuchsperson II, 45j. Mann, 165 CM. gross, ergab in 3 Versuchen:

II, a langsames Gehen	16	17,0	2,143	500 CM.
II, b gewöhnliches »	13	7,83	1,150	} 615
II, c sehr schnelles »	13	5,96	0,912	

Es ist hieraus die Relation zwischen Geschwindigkeit des Gehens und Dauer des Doppelschrittes direkt ersichtlich; die Werthe der zweiten Versuchsperson lassen sich zwischen die Werthe der ersten Tabelle intercaliren, so dass eine ziemlich genaue Abstufung der Werthe erhalten bleibt. —

Während bei Vergleich des schnellsten und langsamsten Gehens die Schrittzahl für lezteres bloss um ungefähr die Hälfte gewachsen ist, ist die mittlere Dauer des Doppelschrittes um das Dreifache grösser geworden, die Dauer des ganzen Versuches um ungefähr das 4½fache, weil eben nicht bloss die Dauer des Doppelschrittes, sondern auch die Zahl der Schritte gewachsen ist. Bezeichnet man die Versuchsdauer

beim schnellsten Gehen mit t, so ist der Werth für das langsamste Gehen = $3\,t + \frac{3}{2}\,t = 4\frac{1}{2}\,t$. Bei der mittleren Geschwindigkeit des gewöhnlichen Gehens (Schrittzahl 14) ist übrigens eine gewisse Latitude der Dauer des Doppelschrittes nicht zu verkennen, die bei den extremeren Geschwindigkeiten, zumal beim sehr schnellen Gehen, jedenfalls nicht mehr in diesem Grade statthaben kann; beim sehr langsamen Gehen ist die Latitude gewiss sehr gross. Ich verweise bezüglich dieses, einer strengeren theoretischen Forderung widersprechenden, Verhaltens auf die Auseinandersezungen, die ich früher bei Gelegenheit der Darstellung der Schrittlänge gegeben habe (pag. 26).

Die durchschnittliche Dauer des Doppelschrittes jugendlicher Individuen stellt sich, verglichen mit der des Erwachsenen, als kleiner heraus; so zeigt Versuchsperson III (10j. Knabe) 1,092 Secunden, IV, 2 J. 10 Monate alter Knabe, 1,067, V, 2jähriges Mädchen 1,054. Nr. III brauchte zum Versuche 18, IV 31 und V 36 Schritte, resp. 10,11, 16,98 und 19 Secunden. Die kleinere Schrittdauer des jüngsten, die sich zu der des 10jährigen verhält wie 100 : 103,6, wird also überreichlich compensirt durch die Zahl der Schritte, welche das Doppelte beträgt, und selbstverständlich auch durch die Grösse der Schritte. Es gibt also die Dauer eines Schrittes oder Doppelschrittes noch kein untrügliches, direkt vergleichbares Mass für die Geschwindigkeit des Gehens, ja es kann, wie das eben erwähnte Beispiel zeigt, Individuen geben, die bei kürzerer Dauer des Doppelschrittes (die doch im Allgemeinen bei schnellerem Gehen vorhanden ist) wesentlich langsamer sich fortbewegen, als andere mit grösserer Schrittdauer, welche dann entsprechend grössere Schritte machen.

b) Dauer des Einzelschrittes.

Für jedes Bein ist der Werth für den einzelnen Schritt und der Durchschnittswerth in besonderen Tabellen [1]) verzeichnet. Die Rechnung der Schrittdauer geschah, wie auch bei Carlet (l. c. pag. 28), vom Aufsezen der Ferse des einen Beines bis zum Aufsezen der Ferse des andern, welches den nächsten Schritt macht (s. o. pag. 107). Auch hier ergibt sich eine, freilich zumeist nur geringfügige, Differenz, nicht nur zwischen den beiden Beinen, sondern auch zwischen den einzelnen

---

1) Tabellen mit Index b und c.

Schritten eines und desselben Beines. Der erste, den Versuch eröffnende, Schritt ist meist auch der kleinste, schon desshalb, weil er überhaupt kein vollständiger Schritt (nach unserer Definition) ist, sondern um den Theil des »Stadiums des Aufstehens auf dem Boden« verkürzt ist, welcher vom Aufsezen der Ferse bis zum Abheben derselben reicht; ebenso kann auch der lezte, der aus begreiflichen Gründen oft zögernd oder auch wohl kleiner gemacht wird, als der durchschnittlichen Geschwindigkeit beim Gehversuche entspricht, Abweichungen bieten. Es wurden desshalb gewöhnlich diese beiden Schritte bei Berechnung der Endmittel ausser Acht gelassen, wie es früher auch bei Berechnung der durchschnittlichen Schrittgrössen geschehen ist.

Die Schwankungen der Schrittdauer eines und desselben Beines innerhalb eines Versuches sind, wie aus der Tabelle zu ersehen, im Ganzen gering; Minimum und Maximum können übrigens um mehrere Procente differiren. Dabei ist auffällig, wie die Variationen meines linken Beines, speciell was das Verhältniss von Minimum und Maximum betrifft, in jenen (pag. 109) citirten 5 Versuchen, mit einer einzigen Ausnahme (I, c) geringer sind, als die des rechten. Ich will es dahingestellt sein lassen, ob in diesem Verhalten die früher von mir betonte, bei den meisten Individuen vorhandene Prävalenz eines Beines, gewöhnlich des linken, wieder erkannt werden darf.

Auf der andern Seite zeigt aber die durchschnittliche Schrittdauer beider Beine keine beträchtlichen Unterschiede; in den erwähnten 5 Versuchen ist 3mal die Schrittdauer des linken Beines die grössere, für die 5 Versuche beträgt das Endmittel für das linke Bein 0,740, für das rechte 0,731 Secunden; es ist wohl annehmbar, dass die bei mir unzweifelhaft vorhandene grössere durchschnittliche Schrittlänge des linken Beines einen wesentlichen Antheil hat.

Gerade wie bei der Dauer der Doppelschritte, die ja nichts Anderes darstellen, als Summanden der Einzelschritte, ist bei lezteren die Abnahme ihrer Dauer bei schnellerem Gehen demonstrirbar. Wenn die oben besprochenen 5 Versuche, mit Hinzunahme der 3 von Versuchsperson II zusammengestellt werden, so ergibt sich:

	Zahl der Schritte	Dauer des Versuchs	Mittlere Dauer des Schrittes		
			L.	R.	Mittel aus L. u. R.
I, a} sehr langsames	17	21,33	1,272	1,277	1,275
II, a} Gehen	16	17,0	1,145	1,009	1,077
I, b, langsames Gehen	14	10,94	0,788	0,771	0,779
c	14	8,49	0,582	0,603	0,606
d	14	8,45	0,627	0,575	0,601
II, b	13	7,83	0,641	0,520	0,580
c sehr schnelles Gehen	13	5,96	0,500	0,420	0,460
I, e schnellstes Gehen	11	4,69	0,432	0,404	0,418

In dieser Tabelle ist die stetige Abnahme der Dauer des einzelnen Schrittes nur an dem Endmittel aus den Werthen beider Beine zu ersehen. Die Einzelwerthe zeigen diese stetige Abnahme nur für das rechte, nicht aber für das linke Bein. Als mittlere Schrittdauer des Erwachsenen für gewöhnliches, ungezwungenes nicht zu langsames Gehen wird man rund 0,6 Secunden annehmen dürfen, wornach sich bei einer Schrittlänge von 600—700 Cm. die Secundengeschwindigkeit auf etwas mehr als 1 Meter berechnet. —

Die Schrittdauer der früher erwähnten 3 Kinder beträgt im Mittel:

III	10j. Knabe	0,549 Sec.
IV	2 J. 10 Monate alter Knabe	0,532 »
V	2j. Mädchen	0,527 »,

also weniger, als beim gewöhnlichen Gange des Erwachsenen und wieder um so weniger, je jünger das Individuum.

c) Dauer des Aufstehens des Beines auf dem Boden.

Von den beiden Zuständen, welche das Bein des Gehenden der Reihe nach durchmacht, dem Akte des Schwingens und dem des Stüzens, ist lezterer durchweg der länger dauernde; wo dieses Verhältniss abgeändert erscheint, wie beim allerschnellsten Gehen, befindet man sich eben schon in jener so zu sagen neutralen Zone, wo gerade so gut das Gehen aufhört, als der Eillauf beginnt. Nun bezieht sich freilich die Rubrik »Dauer des Aufstehens« nicht ausschliesslich auf die Periode des eigentlichen Stüzens und Stemmens, das erst beginnen kann, wenn der Fuss senkrecht unter der Hüftpfanne steht, sondern begreift die ganze Zeit in sich, in der der Fuss oder ein Theil desselben in Be-

rührung mit dem Fussboden ist, also beim ganz correkten Gehen die Zeit vom Aufsezen der Ferse bis zum Abheben der Fussspize beim übernächsten Schritt. Auch hier nimmt mit Zunahme der Geschwindigkeit beim Gehen die Dauer des Aufstehens successive ab.

	Dauer des Versuchs	Mittlere Dauer des Aufstehens
Ia	21,33	1,748
IIa	17,0	1,358
Ib	10,94	0,938
c	8,49	0,672
d	8,45	0,719
IIb	7,83	0,618
c	5,96	0,466
Ie	4,69	0,433

Nur bei den Versuchen Ic und Id, die mit ungefähr gleicher Geschwindigkeit ausgeführt wurden, tritt eine Verschiedenheit hervor, die genugsam erklärt ist, wenn wir bei diesen mittleren Geschwindigkeiten eine Verschiedenheit in der Schrittlänge annehmen.

Dabei ist es offenbar, dass die Dauer des Aufstehens nicht so rasch abnimmt, als die Geschwindigkeit des Gehens überhaupt; indem nemlich der Quotient $\frac{\text{Dauer des Versuchs}}{\text{Dauer des Aufstehens}}$, wenigstens, wenn man die Extreme vergleicht, kleiner wird mit zunehmender Geschwindigkeit. Ein ähnliches Verhältniss würde auch der Vergleich bei der Schrittdauer ergeben.

Die folgende Tabelle gibt eine kurze Uebersicht über die von mir bei bestimmter Schrittdauer gefundene Dauer des Aufstehens; die Tabelle beschränkt sich auf solche Werthe, die bei Weber (l. c. pag. 266 und 267) und Carlet (l. c. pag. 31) in gleicher oder annähernd gleicher Grösse vorkommen.

	Schrittdauer	Dauer des Aufstehens	
Ib	0,779	0,938	V.
	0,742	0,817	W.
	0,730	0,810	C.
	0,660	0,782	W.
	0,650	0,700	C.
Ic	0,606	0,672	V.

	Schrittdauer	Dauer des Aufstehens	
	0,582	0,692	W.
IIb	0,580	0,618	V.
	0,463	0,504	W.
IIc	0,460	0,466	V.
	0,430	0,513	W.
	0,429	0,484	
Ie	0,418	0,433	V.

Diese Zusammenstellung ergibt ganz unzweifelhaft, dass im Allgemeinen die von mir bestimmten Werthe für die Dauer des Aufstehens kleiner sind, als die der beiden anderen Beobachter. Ich muss es vorläufig dahingestellt sein lassen, ob nicht die Technik der beiden andern Autoren eine gewisse Schwerfälligkeit der Registrirung in sich schloss und dadurch andere Resultate erhielt. Bei den Gebrüdern Weber war ohnehin die während des Versuchs nur bei einem einzigen Schritte gemessene Zeit des Aufstehens für den ganzen Versuch massgebend und bei Carlet, wo troz einer den Einzelschritt registrirenden Technik eigentlich bloss Endwerthe und diese in ziemlich mässiger Anzahl erscheinen, ist es ebenfalls nicht sicher, wie weit gerade der Gang in seinen einzelnen Schritten verfolgt wurde. Lezteres war bei meinen Versuchen ausnahmslos der Fall und es dürfen so auch die Resultate, als Ausdruck der wechselnden Verhältnisse der Einzelschritte, Anspruch auf hinreichend begründete Genauigkeit machen. Die Schwankungen in der Dauer des Aufstehens, aus den Tabellen ersichtlich, sind mässige; für mein linkes Bein grösser, (mit Ausnahme von Ib), was auch von Versuchsperson II gilt.

Interessant ist das Verhalten der 3 Kinder bezüglich der Dauer des Aufstehens:

III	10j. Knabe	0,607
IV	Knabe, 2 J. 10 Monate alt	0,658
V	2j. Mädchen	0,683

Mit zunehmendem Alter nimmt der Werth für die Dauer des Aufstehens ab, was aus der allmählich sich immer mehr entwickelnden Sicherheit und Exaktheit des Ganges sich erklärt. Während sonst eine unleugbare Beziehung existirt zwischen Schrittdauer und Dauer des Aufstehens, so dass mit Grösserwerden des einen Werthes auch der andere wächst, ist hier dieses Verhalten nicht zu erkennen, indem

von diesen 3 Individuen im Gegentheil das älteste die grösste und das jüngste die kürzeste Schrittdauer aufweist. Hier kommen aber auch, wie leicht ersichtlich, ganz besondere Momente in so ferne in Betracht, als diese an Alter, Körpergrösse und besonders auch an Uebung und Gewandtheit im Gehen so verschiedenen Individuen nicht direkt vergleichbar ist. Das älteste geübteste verfügt gegenüber den jüngern neben einer kürzeren Schrittdauer noch über eine kürzere Dauer im Aufstehen und hat ihnen gegenüber Vortheile, die Erwachsene unter sich verglichen, im Allgemeinen nicht geltend machen können.

d) Die Dauer des Schwingens des Beines.

Der Periode des Aufstehens des Beines gegenüber ist diese (beim Gehen) stets charakterisirt durch ihre wesentlich kürzere Dauer. Mit der Periode des Aufstehens bildet sie je einen Doppelschriit, wie dies aus den Tabellen ersichtlich. — Es ist wohl zu beachten, dass die von mir gewonnenen Werthe direkt auf das Kymographion registrirten Grössenwerthen entsprechen, resp. dem unbeschriebenen Spatium der Trommel, das zwischen dem Ende der von der Fussspize gelieferten und dem Anfange der von der Ferse verzeichneten Striche liegt, während bei den Gebrüdern Weber die Schwingungsdauer lediglich eruirt wurde durch Subtraktion der nur für einen einzigen Schritt bestimmten Dauer des Aufstehens des Beines von der berechneten mittleren Dauer des Doppelschrittes; bei Carlet's registrirender Methode ist ebenfalls eine direkte Messung der Schwingungsdauer möglich.

Ein Vergleich beider Extremitäten bezüglich ihrer Schwingungsdauer ergibt unzweifelhafte Differenzen, so dass bald das eine, bald das andere Bein grössere Werthe aufweist. Bei den mich selbst betreffenden 5 Gehversuchen war 3mal die Schwingungsdauer des linken Beines die grössere, im Mittel ergab sich links 0,581, rechts 0,567 Secunden, also grössere Dauer bei der linken Extremität.

Versuchsperson II, die auch sonst ein ganz ähnliches Verhalten zeigte, hatte in allen ihren 3 Versuchen eine entschieden grössere Schwingungsdauer des linken Beines und im Mittel für diese 0,650, für das rechte nur 0,584 Secunden. — Hierbei wird es nun nicht leicht zu entscheiden sein, wie weit an diesen Differenzen Verschiedenheit der Schrittgrösse und ungleiche muskuläre Einflüsse, die meines Erachtens für die Beinschwingung nicht ganz geleugnet werden können

betheiligt sein mögen. Bei gleicher Beinlänge müsste, wenn die Schwingung lediglich nach den Gesezen des Pendels erfolgt, der grösseren Schrittlänge auch die grössere Schwingungsdauer entsprechen, weil das nach vorne schwingende Bein später in seiner Schwingung unterbrochen wird, als die andere Extremität mit dem kürzeren Schritt; andererseits könnte aber auch eine energischere Aktion der die Schwingung leitenden Muskulatur bei der kräftiger entwickelten Extremität — und derartige Differenzen kommen in der That vor, s. pag. 28 — die Schwingungsdauer abkürzen.

Eine Zusammenstellung der Gehversuche gibt folgende Tabelle:

	Dauer des Versuchs	Mittlere Schwingungsdauer
I, a	21,33	0,810
II, a	17,0	0,863
I, b	10,94	0,643
c	8,49	0,524
d	8,45	0,479
II, b	7,83	0,544
c	5,96	0,440
I, e	4,69	0,415

Es erhellt aus dieser Tabelle im Allgemeinen eine deutliche Abnahme der Schwingungsdauer mit zunehmender Geschwindigkeit. Dagegen fügen sich die Werthe von Versuchsperson II nicht, wie es bei Schrittdauer und Dauer des Aufstehens der Fall gewesen, ungezwungen zwischen die mir zugehörigen Werthe ein, indem sie bei grösserer Geschwindigkeit auch grössere Schwingungsdauer zeigen können, als ich sie bei selbst geringerer Geschwindigkeit aufweise. Dies würde für dieses Individuum eine entschieden trägere Schwingung der Extremitäten ergeben. Es hätte freilich keinerlei Schwierigkeiten bei diesem speciellen Individuum die Combination zwischen Schrittgrösse, Dauer des Aufstehens und Schwingens des Beines sich so zu denken, dass zwar der eine der den Doppelschritt constituirenden Faktoren noch in den Rahmen meiner Tabelle fällt, der andere aber unverkennbare Abweichungen zeigt. Und bei der unendlichen Variabilität der Gangarten der Einzelindividuen müssen derartige Differenzen eigentlich logischer Weise gefordert werden, so dass der Einzelne dem Ideal eines normalen Ganges sich mehr oder weniger nähert. Auf solche

individuelle Eigenthümlichkeiten, als ein nothwendiges Postulat zur Erklärung der Verschiedenheit des Ganges, habe ich, bei Gelegenheit der Besprechung der räumlichen Verhältnisse des Gehens, in früheren Kapiteln dieser Abhandlung hingewiesen.

Die folgende Tabelle stellt wiederum die von mir erhaltenen Werthe mit den Weber'schen und Carlet'schen zusammen.

	Schrittdauer	Schwingungsdauer	
I b	0,779	0,643	V.
	0,742	0,667	W.
	0,730	0,630	C.
	0,660	0,538	W.
	0,650	0,600	C.
I c	0,606	0,524	V.
	0,582	0,472	W.
II b	0,580	0,548	V.
	0,463	0,422	W.
II c	0,460	0,444	V.
	0,430	0,347	W.
	0,429	0,374	
I e	0,418	0,415	V.

In der vorliegenden Tabelle scheint jegliche strengere Regelmässigkeit aufgehoben. Zwar ist im Allgemeinen die Abnahme der Schwingungsdauer bei Zunahme der Geschwindigkeit nicht wohl zu verkennen, aber innerhalb der Reihe fehlt die geordnete Abstufung. Die von mir bestimmten Werthe, speciell die meiner Versuchsperson II, sind (mit Ausnahme der allerersten Zahl) im Ganzen höher, als die Werthe der Gebrüder Weber. Bei den Weber'schen Zahlen war dies in so ferne zu erwarten, als, wie wir oben gesehen haben, bei der Dauer des Aufstehens meine Zahlen wesentlich kleiner waren, die Weber'schen Zahlen für die Schwingungsdauer aber lediglich aus Doppelschritt minus Dauer des Aufstehens berechnet sind. Ein Vergleich ist also hier, da keine direkte Messung vorliegt, nicht wohl möglich. Die Zahlen Carlet's sind im Allgemeinen grössere und wie ich glaube nur zu grosse, indem mir die Differenz zwischen Schwingungsdauer und Dauer des Aufstehens im Grossen und Ganzen als etwas zu gering bemessen erscheint. Ich kann es nicht leugnen, dass ähnliche Annäherungen zwischen den Werthen beider

Phasen des Doppelschrittes auch bei mir in einzelnen Versuchen vorkommen, z. B. II, c und wo es nicht auffallen kann, beim sehr schnellen Gehen I, e, wo es in so ferne durchaus gerechtfertigt ist, als die Werthe der Schrittdauer viel rascher abnehmen, als die der Schwingungsdauer, also je näher man dem Eillauf kommt, auch die beiden Werthe um so mehr sich nähern müssen, um schliesslich gleich zu werden oder gar (beim Eillauf resp. Sprunglauf) das Verhältniss umzukehren. Ich halte aber die gar zu regelmässige Abnahme der beiden Zahlenrubriken, wie sie Carlet auf pag. 31 seiner Schrift verzeichnet, den wirklichen Verhältnissen nicht ganz entsprechend, indem bei Registrirung eines »natürlichen, ungezwungenen« Gehens, das ja in jedem einzelnen Versuche wieder seine speciellen Besonderheiten haben kann, meines Erachtens viel grössere Differenzen obwalten müssen. Nur die Registrirung eines Versuches, die innerhalb desselben den einzelnen Schritt berücksichtigt und aus der Summe den Mittelwerth eruirt, ein Verfahren, das ich bei Carlet vermisse, gibt auch die Wirklichkeit wieder und emancipirt von den allzu strengen und in der That für gewöhnlich nicht realisirten Forderungen der Theorie. —

Die relativ grossen Differenzen in der Schrittdauer scheinen mir einer ausschliesslichen Pendeltheorie des Schwingens nicht sehr günstig zu sein, man müsste denn grosse Differenzen in der Schrittgrösse annehmen, bedingt vor allem durch die Verschiedenheit in der Länge der Extremitäten. Die Differenzen übrigens zwischen mir und Versuchsperson II können auf diese Weise nicht erklärt werden, da wir ungefähr dieselbe Körpergrösse und Extremitätenlänge besizen. — Eine ausführlichere Erörterung der Beinschwingung habe ich übrigens schon früher, pag. 26, gegeben.

Die Schwankungen der einzelnen Schwingungsdauern sind nicht unbedeutende, fast grössere als bei anderen Positionen, bei meiner linken Extremität bedeutender, als der rechten mit einer einzigen Ausnahme I, c. Versuchsperson II zeigt ein gleiches Verhalten.

Die 3 jugendlichen Individuen ergeben eine um so grössere Schwingungsdauer, je älter sie sind.

	Schrittdauer	Schwingungsdauer
III Knabe von 10 Jahren	0,549	0,509
IV Knabe von 2 Jahr 10 Monat	0,532	0,406
V 2j. Mädchen	0,527	0,385

Während also der älteste den jüngern gegenüber in der Dauer des Aufstehens kleinere Werthe aufweist, ist dies bei der Schwingungsdauer nicht mehr der Fall. In der That ist auch die Kürzung der für die eigentliche Vorwärtsbewegung weniger in Betracht kommenden Phase des Aufstehens von wesentlichem Vortheil, die grössere Schwingungsdauer ist aber nicht als Ausdruck geringerer Geschwindigkeit zu fassen, sondern kommt zum allergrössten Theil auf Rechnung der viel grösseren Schritte, die fast genau noch einmal so gross sind als die des 2jährigen Mädchens, während die Schwingungsdauer bloss in dem Verhältniss von ungefähr 4 : 5 gewachsen ist.

Am besten und übersichtlichsten wird das Verhältniss von Dauer des Aufstehens auf dem Boden und Schwingungsdauer illustrirt durch die Figuren auf Tafel IX, welche die Zeitverhältnisse genau wiedergeben und durch die Bögen die Schwingungsphase, durch die geraden Linien die Periode des Aufstehens wiedergeben. Gegenüber den, ähnlich angelegten, Figuren bei Weber (l. c. pag. 40), welche nur das Schema der Bewegung wiedergeben, haben die meinigen die Bedeutung, die Chronologie des Einzelversuches in direkt abzulesenden und vergleichbaren Werthen vorzuführen.

e) Dauer des Abwickelns der Fusssohle.

Sie schliesst (bei regulärem Gange) die Zeit in sich vom Abheben der Ferse bis zum Abheben der Fussspize; sie ist also in der Rubrik »Dauer des Aufstehens auf dem Boden« als deren so zu sagen lezter Theil enthalten. Beim normalen Gehen ist diese Phase stets deutlich ausgeprägt, in bestimmten, mit der Geschwindigkeit überhaupt harmonirenden Zeitintervallen sich abspielend; beim pathologischen Gehen wird sie, wie wir späterhin sehen werden, öfters verwischt und verliert ihr charakteristisches Verhalten.

Ueber die Abhängigkeit von der Geschwindigkeit des Gehens gibt die folgende Tabelle Aufschluss:

	Dauer des Versuchs	Mittlere Dauer des Abwickelns der Fusssohle
I a	21,33	0,611
II a	17,0	0,345
I b	10,94	0,373
c	8,49	0,315

	Dauer des Versuchs	Mittlere Dauer des Abwickelns der Fusssohle
d	8,45	0,310
II b	7,83	0,226
c	5,96	0,201
I e	4,69	0,229

Auch hier wieder lassen sich, wie bei der Schwingungsdauer, die Werthe von Versuchsperson II nicht ungezwungen zwischen die meinigen einreihen uud es müssen demnach für dieses Individuum Eigenthümlichkeiten des Ganges, selbstverständlich immer noch in den Rahmen eines durchaus normalen Gehens gehörend, angenommen werden.

Zwischen beiden Extremitäten bestehen in der Dauer der Abwicklung nicht unbedeutende Differenzen; für meine 5 Versuche ist sie 3mal für den linken Fuss grösser; bei Versuchsperson II, wo die Differenzen viel beträchtlichere sind, ist in allen 3 Versuchen die Abwicklungsdauer für das rechte Bein grösser. — Es ist recht wohl denkbar, dass die bedeutenderen Unterschiede in dieser, an sich doch ziemlich kurzen, Phase des Gehens bedingt sind durch ungleiche Aktion beider Extremitäten in dem für die Schrittgrösse so wesentlichen Geschäft des Stemmens, ein Punkt, auf den ich früher bei Besprechung der Schrittgrösse hingewiesen habe (pag. 26). Die Schwankungen zwischen Minimum und Maximum sind ziemlich bedeutende, viel grös-

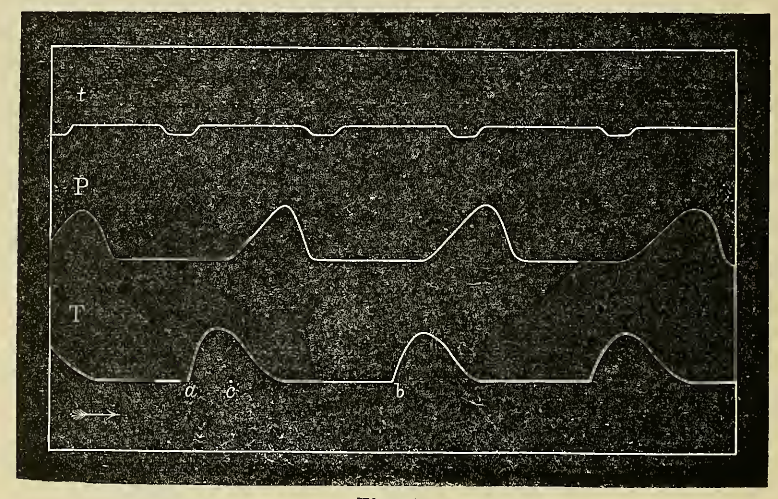


Fig. 5.

sere jedenfalls als wir sie bei den bisher betrachteten Werthen angetroffen haben. Gerade in einer solchen mehr untergeordneten, freilich durchaus nicht zu vernachlässigenden, Funktion sind (abgesehen natürlich von der Gehgeschwindigkeit im Allgemeinen) Variationen am ehesten möglich, je nachdem im Gehen eine mehr oder weniger grosse, individuell sehr wechselnde, Nachlässigkeit obwaltet, und die direkte Beobachtung des Ganges verschiedener Menschen lässt Verschiedenheiten in dieser Richtnng nicht verkennen. Schon die Configuration (Grösse und Form) des Fusses muss hier von wesentlichem Einflusse sein; Uebung und Angewöhnung spielen ausserdem eine Rolle.

Bei den 3 Kindern tritt bezüglich des Abwickelns der Fusssohle irgend eine Gesezmässigkeit nicht hervor:

III	10j. Knabe	0,182 Sec.
IV	2 J. 10 Monat alter Knabe	0,272 »
V	2j. Mädchen	0,185 »

es scheinen vielmehr individuelle Einflüsse massgebend zu sein.

Ueber die Dauer des Abwickelns liegen weder bei Weber, noch bei Carlet direkte Messungen vor; die von lezterem gegebenen Curven lassen übrigens eine ungefähre Berechnung derselben zu. In Fig. 5 und Fig. 6 (bei Carlet Fig. 1 und 2, l. c. pag. 14 und 15) bezeichnen die beiden Curvengipfel, welche in Fig 5 getrennt sind (T u. P), in Fig. 6 neben einander liegen, Aufsezen des Fersen- und Ballentheils; rechnet man nun von einem Curvengipfel (der Ferse) zum andern (dem Ballen), so ist damit die Periode des Abwickelns gegeben. Diese Distanz aber beträgt genau $^1/_{4,5}$ eines ganzen Doppelschrittes, in Figur 6 sogar mehr, fällt also viel zu gross aus.

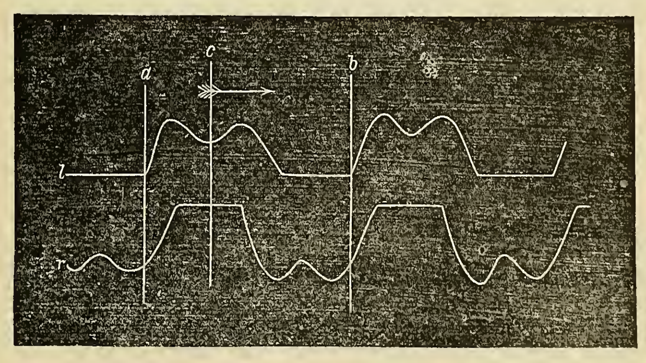


Fig. 6.

Ich muss es dahin gestellt sein lassen, ob Eigenthümlichkeiten des Ganges, bedingt durch die Versuchsanordnungen, oder die Art der Registrirung dieses, einem normalen Gehen sicherlich nicht entsprechende, Verhalten bedingt haben.

f) Aufsezen des Ballens und der Ferse im Beginne des Stüzens.

Dieses kleinste Zeitmoment in den verschiedenen, von mir registrirten, Zeitphasen des Gehens erlaubt die Einrichtung des Schuhes auf das Genaueste zu controliren. Beim normalen Gehen berührt die Ferse kurze Zeit früher, als der Ballen den Boden, worauf das kurze Stadium des Aufstehens der ganzen Sohle folgt, und dann die Abwicklung der Fusssohle in die Beinschwingung hinüberführt. —

	Dauer des Versuchs	Ballen wird später aufgesezt als die Ferse um
I a	21,33	0,102 Secunden
II a	17,0	0,129
I b	10,94	0,079
c	8,49	0,044
d	8,45	0,077
II b	7,83	0,062
c	5,96	0,052
I e	4,69	0,036

Auch hier tritt wieder mit Zunahme der Geschwindigkeit eine Abnahme der betreffenden Werthe hervor, nur der Werth bei I, c erscheint verhältnissmässig klein; die Werthe bei Versuchsperson II wieder im Allgemeinen grösser, als die meinigen, gerade wie es im Stadium des Abwickelns der Fall gewesen. — Dagegen findet bei den 3 jugendlichen Individuen nach dem Alter eine genaue Abstufung statt:

III 10j. Knabe	0,132 Secunden
IV 2 J. 10 Mon. alt. Knabe	0,087
V 2j. Mädchen	0,083.

Ich muss an dieser Stelle wiederum Gelegenheit nehmen, auf die Carlet'sche Registrirung zurückzukommen. In Fig. 5 bezeichnet T die von der Ferse, P die vom vorderen Theil des Fusses verzeichnete Curve. Die Distanz zwischen den Fusspunkten der aufsteigenden Curvenschenkel ergibt die Zeit, um welche der Ballen später aufge-

sezt wird, als die Ferse. In Fig. 5 ist der Fusspunkt der Curve P in die Curve T projicirt, wenn also ab einen Doppelschritt bedeutet, so ist ac unser in Frage stehendes Zeitmoment. Distanz a b ist = 27,0 Mm., entspricht also, da die Secunde 19—20 Mm. Spatium gleich ist, $1^{1}/_{3}$ Secunde; a c ist = 6 Mm. oder = $^{6}/_{27}$ = $^{1}/_{4,5}$ eines Doppelschrittes. Bei Figur 6 wo beide Luftbehälter der Fusssohle in einen einzigen Tambour münden (s. pag. 3), entspricht die erste Elevation der Ferse, die zweite dem Ballen. Die Distanz a c ist = 8,5 Mm., der Doppelschritt a b = 27,5. Also würde der Ballen später aufgesezt als die Ferse um $^{8,5}/_{27,5}$ oder rund $^{1}/_{3,2}$ eines Doppelschrittes. Dass diese Werthe viel zu gross ausgefallen sind, liegt auf der Hand. Es genügt, einen normalen Gang zu beobachten, um, ohne jedes weitere instrumentelle Hilfsmittel, einzusehen, dass die Zeitdifferenz zwischen Aufsezen des Ballens und Aufsezen der Ferse verschwindend klein und oft kaum zu bemerken ist, und dass derartige Zahlen, wie sie sich bei Carlet ergeben, reine Unmöglichkeiten sind. Beim Gehen mit verschiedener Geschwindigkeit dürfte der fragliche Werth nicht wohl über $\frac{1}{10}$ eines Doppelschrittes hinausgehen, beträgt aber meist bloss c. $\frac{1}{16}$—$\frac{1}{20}$ eines solchen und noch weniger.

Nicht unbeträchtlich sind die Unterschiede zwischen meinen beiden Extremitäten in der Dauer des fraglichen Zeitabschnittes; die rechte Extremität weist, mit Ausnahme von I, c, viel grössere Werthe auf; bei Versuchsperson II verhält es sich gerade so, während von den jüngeren Individuen beim ältesten und jüngsten die rechte, beim mittleren die linke Extremität den grösseren Zeitwerth zeigt. Die Mittelwerthe verhalten sich bei lezteren, wie folgt:

III 10j. Knabe	0,132
IV 2 Jahre 10 Monate alter Knabe	0,087
V 2 j. Mädchen	0,083

g) Dauer des Aufstehens der ganzen Fusssohle auf dem Boden.

Aus der Gesammtdauer des Aufstehens des Beines auf dem Boden, vermindert um die Dauer des Abwickelns und die Zeitdifferenz zwischen Aufsezen des Ballens und Aufsezen der Ferse, ergibt sich die Phase des Gehens, in der die ganze Sohlenfläche auf dem Boden aufsteht (cf. pag. 108).

Wir würden so folgende Zusammenstellung erhalten:

	Mittlere Dauer des Aufstehens eines Beines	Mittlere Dauer des Aufstehens der ganzen Sohle
I a	1,748	1,035 Secunden
II a	1,358	0,884
I b	0,938	0,486
c	0,672	0,313
d	0,719	0,332
II b	0,618	0,330
c	0,466	0,213
I e	0,433	0,168
und für die 3 jugendlichen Individuen:		
III	0,607	0,293
IV	0,658	0,299
V	0,683	0,415

Mit der Abnahme der Dauer des Aufstehens nimmt auch das Stadium, in welchem die ganze Fusssohle aufsteht, selbstverständlich ab. Von den jugendlichen Individuen ist das jüngste durch eine relativ lange Dauer dieses Stadiums ausgezeichnet.

h) Dauer des gleichzeitigen Stehens beider Beine auf dem Boden.

Das Stadium des gleichzeitigen Stehens beider Beine ist für das Gehen, dem Eil- und Sprunglauf gegenüber, charakteristisch. Seine Abhängigkeit von der Geschwindigkeit des Gehens und seine im Allgemeinen kurze Dauer demonstrirt die nachfolgende Tabelle:

	Dauer des Versuchs	Mittlere Dauer des gleichzeitigen Stehens beider Beine auf dem Boden
I a	21,33	0,475
II a	17,0	0,213
I b	10,94	0,145
c	8,49	0,080
d	8,45	0,122
II b	7,83	0,038
c	5,96	0,009
I e	4,69	0,012

III	0,069
IV	0,124
V	0,149

Versuchsperson II zeigt im Allgemeinen niederere Werthe, als ich. Wenn ich hierin individuelle Eigenthümlichkeiten erblicke und von vorneherein die Möglichkeit und sogar grosse Wahrscheinlichkeit zugebe, dass der Einzelne die Besonderheiten seines Ganges, abgesehen von den Bewegungen der Extremitäten überhaupt, in der verschiedenen Behandlung, wenn ich mich so ausdrücken darf, der zeitlichen Phasen des Gehens manifestirt, so wird gegen eine derartige Anschauung wohl nichts eingewendet werden können. Interessant ist es auch hier wieder, wie die jüngste Versuchsperson durch relativ lange Dauer des Stadiums sich auszeichnet. —

Innerhalb des einzelnen Versuches sind die Schwankungen der Werthe ziemlich geringe (vergl. die Tabellen).

In den Tabellen, welche die Endmittel enthalten, ist neben dem aus den Einzelwerthen berechneten Werthe ein zweiter aufgestellt, erhalten aus der halben Differenz der Dauer des Aufstehens auf dem Boden und der Schwingungsdauer.

Diese Rechnung ist nur richtig unter folgender Voraussezung: »Beide Beine wechseln in diesen beiden Zuständen (des Schwingens »und Stüzens) so mit einander ab, dass der kürzere Zeitraum, wo das »linke Bein in der Luft schwebt, symmetrisch in die Mitte des längern »Zeitraums fällt, wo das rechte mit dem Fussboden in Berührung ist, »und umgekehrt« (Weber, l. c. pag. 41 und Fig. pag. 40). Da aber für die Rechnung von diesen symmetrisch abgetheilten Zeitphasen nur die eine, mit dem nächstfolgenden Schritte zusammenfallende in Rechnung kommt, so ist die Differenz halb zu nehmen.

Die so gefundenen Werthe weichen von den auf andere Weise erhaltenen mehr oder weniger ab, sind bald grösser, bald kleiner, als diese; in einzelnen Versuchen stimmen sie übrigens absolut mit einander überein.

Das Rückwärtsgehen

Tabelle 50 [a–c] Tafel IX, I h.

ist, ausser durch kleinere Schritte (s. pag. 65), ausgezeichnet durch relativ geringere Geschwindigkeit. Der Versuch, der 19 Schritte ent-

hielt, erstreckte sich über $15\frac{1}{4}$ Secunden; ein allerdings sehr langsames (Vorwärts-)Gehen brauchte, mit 16 Schritten 17 und ein minder langsames mit 14 Schritten 10,9 Secunden. Die Doppelschritte sind von relativ langer Dauer 1,606, und zwar, (Mittel aus den Rubriken a—d) links 1,604, rechts 1,607; die Einzelschritte links 0,792, rechts 0,815 dauernd, im Mittel 0,803. Auch die Dauer des Aufstehens mit nahezu 1 Secunde ist gross, relativ kleiner (wegen geringerer Schrittlänge?) die Dauer des Schwingens; grösser erscheint dagegen wieder die Dauer des gleichzeitigen Aufstehens beider Beine.

Besondere Eigenthümlichkeiten zeigen übrigens die Stadien des Abhebens und Aufsezens des Fusses. Ein Blick auf die Tabelle 50^b zeigt, dass ein reguläres Abwickeln der Fusssohle überhaupt nicht stattfindet; d. h. die Fuss s p i z e wird meist früher abgehoben, als die Ferse, freilich nur um einen geringen Zeittheil; ebenso ist da, wo die Ferse früher den Boden verlässt, die Zeitdifferenz eine höchst unbedeutende, so dass im Mittel das Stadium des Abwickelns bloss 0,039 (links 0,067, rechts 0,011) Secunden beträgt. Es besteht demnach nicht ein eigentliches Abwickeln der Fusssohle, sondern es wird dieselbe mehr al Ganzes, mit ihren einzelnen Theilen zu ziemlich derselben Zeit, vom Boden weggehoben.

Noch auffälligeres Verhalten bietet das Aufsetzen des Fusses dar. Während beim normalen Vorwärtsgehen stets die Ferse zuerst den Boden berührt, trifft hier, beim Rückwärtsgehen, (vergl. Tabelle 50^b) ausnahmslos die Fussspize zunächst den Boden und erst nach verhältnissmässig langer Zeit (einer viel längeren, als sonst zwischen Aufsezen der Ferse und Aufsezen des Ballens liegt) wird die Ferse auf den Boden gesenkt. Die Zeitdifferenz zwischen Aufsezen des Ballens und der Ferse beträgt in meinem Versuch fast $\frac{1}{3}$ Secunde (0,319) und beweist das Unsichere, Ungewohnte dieser Art des Gehens, das früher in der Curve Fig. 7, Tafel II Ausdruck gefunden hat (s. auch oben pag. 66).

S p r u n g l a u f.

Tabelle 48 und 49^{a-c}. Tafel IX. I f und g.

Der Sprunglauf hat dem Gehen gegenüber — auf den Unterschied zwischen ihm und dem aus äusseren Gründen von uns nicht registrirten Eillauf brauchen wir nicht einzutreten — als Charakteristicum

(des Laufens überhaupt) ein Stadium, wo beide Beine in der Luft schweben und es ist ausserdem der »Zeitraum, wo ein Bein frei in der »Luft schwebt, grösser, als der Zeitraum, wo es auf dem Boden steht« (W e b e r, l. c. pag. 63). Wenigstens muss dies, da die Beinschwingung beim Sprunglaufe eine ausgiebigere ist, als beim Eillaufe, auch bei ersterem der Fall sein.

Versuch I, f und I g sind dem Sprunglauf gewidmet; beim ersteren wurden 11 Schritte in 4,59 Secunden, beim zweiten 10 in 3,59 gemacht; beim ersten Versuch war demnach die Bewegung eine langsamere; 0,773 Secunden gegen 0,655 für den Doppelschritt und 0,391 gegen 0,327 für den einfachen. — Die Dauer des Aufstehens des Beines auf dem Boden ist wesentlich kleiner, als die des Schwingens; beim rascheren Sprunglauf 0,212, beim langsameren 0,262 Secunden; die Zeit des Schwingens des Beines beträgt 0,440 und 0,504, also ungefähr das Doppelte der Zeit des Aufstehens. — Das Stadium der Abwicklung der Fusssohle ist erhalten, aber entsprechend der raschen Vorwärtsbewegung wesentlich gekürzt, beim rascheren Sprunglaufe deutlich kleiner (0,168 gegen 0,183). Dagegen kommen beim Aufsezen des Fusses, wenigstens in beiden Versuchen beim linken Bein, Unregelmässigkeiten vor, indem der Ballen früher als die Ferse den Boden berührt. Der Endmittelwerth ist jedoch positiv, im Vergleich zum Gehen aber klein, weil mehr der Fuss mit der ganzen Sohle, als mit seinen einzelnen Theilen successive auftritt. I, g, das schnellere Springen, zeigt auch hier den kleineren Werth, 0,020 : 0,023. Das Stadium des Stehens beider Beine auf dem Boden ist, wie in den einzelnen Schritten, so im Gesammtmittel negativ und dadurch zu einem, für das Laufen gegenüber dem Gehen charakteristischen, Stadium des g l e i c h z e i t i g e n S c h w e b e n s geworden. Beim Gehen ist, wie auch die einzelnen Tabellen ersehen lassen, die Ferse des einen Beines schon erhoben, wenn das andere auf den Boden gesezt wird, eine leicht zu constatirende Thatsache, die mit der Verlängerung des Beines beim Akte des Stüzens zusammenhängt und dem Gange etwas Leichtes und Elegantes verleiht. Beim Laufen ist aber auch die Fussspize abgehoben, ehe das andere Bein den Boden erreicht hat, und es resultirt so eine von der Geschwindigkeit des Laufens, der Schrittgrösse etc. abhängiges Stadium des gleichzeitigen Schwebens. Bei dem einen Sprunglaufe betrug es 0,129, beim zweiten 0,126 Secunden.

Grösser selbstverständlich wird diese Zeit des Schwebens ausfallen, wenn wir eigentliche

Sprünge
(Tafel IX.)

machen. I, l stellt einen derartigen, einen einzelnen Sprung betreffenden, Versuch dar, der mit gleichzeitigem Abspringen beider Beine vom Boden ausgeführt werden sollte. Tabelle 53 zeigt, dass dies nicht vollkommen realisirt wurde. Zunächst wird die Ferse des linken, gleich darauf die des rechten Fusses abgehoben; es folgt der rechte Fussballen und sofort der linke. Es schweben beide Beine zugleich 0,29 Secunden lang in der Luft, bis zunächst der rechte Fuss, mit der Ferse zuerst, und darauf der linke, ebenfalls zunächst mit der Ferse auf dem Boden auftrifft. Dieses Aufspringen beider Füsse vollzieht sich jedoch in dem kurzen Zeitraum von 0,07 Secunden. In Versuch I, m (Tabelle 54) wurden 3 Sprünge rasch hintereinander gemacht. Hier betrug die Zeit des gemeinschaftlichen Schwebens in der Luft 0,29, 0,30 und 0,26 Secunden. Beim ersten Sprung wurde das linke Bein, wenigstens die Ferse, bei den beiden anderen das rechte Bein zuerst vom Boden abgehoben und kam auch etwas früher auf dem Boden an, abgesehen vom ersten Sprung, wo zunächst der Ballen des linken Fusses, dann die Ferse des rechten, endlich, zu gleicher Zeit, Ferse des linken und Ballen des rechten aufgesezt wurden.

Tanzen.

Tabellen 51 und 52. — Tafel IX.

Weniger um der Sache selbst willen, als in der Absicht, die allseitige Verwendbarkeit unserer zeitmessenden Methode zu demonstriren und dem etwaigen Einwurf zu begegnen, dass der elektrische Schuh für freie Bewegungen der Extremitäten hinderlich sein könnte, habe ich auch einzelne Tanzbewegungen und zwar Polka I, i und Galoppade (Chassiren) I, k, registrirt [1]. Leider konnten die Bewegungen der Tänzerin nicht gleichzeitig registrirt werden, da unser Schreibapparat nur für 1 Schuhpaar eingerichtet ist. Es sei bemerkt,

1) Bei der mit stetiger Drehung verbundenen Polka stand ein die zuführenden Leitungsdrähte haltender Gehilfe auf einem Tisch, so dass keine Behinderung während des Tanzes durch das nachschleifende Drahtbündel entstehen konnte.

dass Musik und Taktgebung während des Versuches fehlten. Daher mag es auch wohl kommen, dass eine, vom schulgerechten Tänzer zu fordernde, Gleichheit der Doppel- wie Einzelschritte, vermisst wird. Erstere wurden sowohl vom Abheben der Spize bis zum Abheben derselben beim übernächsten Schritt, als auch je von Aufsezen zu Aufsezen des Ballens bestimmt, leztere variiren weniger, als die von Abheben zu Abheben gerechneten Werthe. Die Variationen sind rechts geringer als links; mit Auslassung der 2 ersten Doppelschritte erhält man:

links	rechts
0,80 Max.	0,74 Max.
0,61 Min.	0,64 Min.
100 : 131	100 : 116

Die Dauer des Doppelschrittes, berechnet aus 4 Reihen (Abheben zu Abheben links und rechts, Aufsezen zu Aufsezen links und rechts) beträgt im Mittel 0,680 Secunden, die des Einzelschrittes 0,344. Für die Zeit des Aufstehens eines Beines ergibt sich 0,327, für das Schwingen 0,353 Secunden. Die Zeit, wo beide Beine in der Luft schweben, ist 0,014, als Mittel aus den Einzelwerthen; die Berechnung aus den Endwerthen ergibt $\frac{0,327-0,353}{2} = -0,013$; d. h. die Zeit des gemeinschaftlichen Stehens ist zum Stadium eines gleichzeitigen Schwebens umgewandelt. Es darf nicht auffallen, dass die oben citirten Werthe beträchtlich differiren, weil eben auch die Dauer des Aufstehens auf dem Boden, sowie die Zeit des Schwebens eines Beines beträchtliche Unterschiede in den einzelnen Tanzschritten bietet. Wenigstens muss dies von der Polka behauptet werden, wo auch die Zeitphase des gleichzeitigen Schwebens beider Beine in der Luft stark variirt und vorübergehend fehlt, resp. einem gleichzeitigen Stehen beider Fussspizen auf dem Boden Plaz macht; dies geschieht z. B. beim Drehen während des Tanzens, wo der Fuss den Boden nicht verlässt und den Tanzschritt auf dem Boden schleifend, vollführt. Aus der Tabelle ist ersichtlich, wie diesem Stadium des gemeinschaftlichen Stehens auch eine lange Dauer des Aufstehens eines Beines entspricht.

Schärfer tritt die Eigenthümlichkeit der Polka hervor, wenn man je 3 aufeinander folgende Schritte (resp. Sprünge) zusammen nimmt. Die durchschnittliche Dauer von je 3 Schritten beträgt 1,05 Secunden.

Es ist nemlich der erste der 3 Schritte dadurch ausgezeichnet, dass bei ihm ein Moment vorhanden ist, in welchem beide Beine auf dem Boden stehen. In Tabelle 51[b] ist dies in der Rubrik »Dauer des gleichzeitigen Stehens beider Beine auf dem Boden« durch grössere Zahlen angedeutet. Im 2ten und 3ten Schritt dagegen ist ein Moment des Schwebens beider Beine über dem Boden vorhanden, mit einer einzigen Ausnahme, wo dieses Moment = 0 ist (Schritt 4); diese Werthe sind mit negativem Vorzeichen versehen. Andererseits bietet auch der erste Schritt Ausnahmen, wo also beide Beine in der Luft schweben, und zwar kommt es 2mal vor (s. die eingeklammerten Zahlen bei Schritt 8 und 20).

In analoger Weise zeigt die Rubrik »Dauer des Aufstehens eines Beines auf dem Boden« in je 3 Schritten einen mit erheblich längerem Aufstehen; auch diese Zahlen, wiederum mit 2 (eingeklammerten), den eben erwähnten entsprechenden, Ausnahmen sind in der Tabelle mit grösserer Schrift angegeben.

Gleichmässiger sind die Bewegungen in der Galoppade (Tabelle 52[a, b.] Tafel IX), welche auch eher einem rhythmisch erfolgenden Laufschritt verglichen werden kann. Die Doppelschritte, auf zwei Wegen berechnet, differiren wenig, ihre Dauer beträgt durchschnittlich 0,404 Secunden, dagegen differiren die Einzelschritte, nicht für eine und dieselbe Extremität, aber beim Vergleich beider Extremitäten, indem die Schritte des linken Beines viel kürzer dauern, links 0,122 Secunden; rechts, mehr als das Doppelte, 0,287. Die Erklärung hiefür ist einfach. Nimmt man je 2 Schritte, einen ungeraden, vom linken Bein ausgeführten und einen geraden Schritt zusammen, so springt der Unterschied sofort in die Augen. Das linke beim Chassiren vorangehende Bein, verlässt (cf. Tabelle) den Boden, ehe noch das rechte, welches nachgezogen wird, denselben berührt. Dadurch muss, da der Einzelschritt je von Aufsezen zu Aufsezen der Ferse gerechnet wird, der Schritt des vorangehenden Beines gegenüber dem des nachfolgenden eine Kürzung erfahren, und zwar im Allgemeinen um den Betrag des gemeinsamen Schwingens beider Beine in der Luft. Die (geraden) Schritte des rechten Beines, welche erst beginnen, wenn das linke vordere schon aufgesezt ist, dauern dagegen länger. Es folgt auch aus alle dem, dass innerhalb des Versuches Zeiten des gemeinschaftlichen Schwebens beider Extremitäten in der Luft regelmässig

abwechseln müssen mit solchen, wo beide Beine gemeinschaftlich stehen. Das Moment des Schwebens beider Beine tritt immer am Ende je eines geraden (2ten, 4ten etc.) Schrittes ein; es beträgt durchschnittlich 0,14 Secunden; hingegen besteht am Ende der ungeraden Schritte kein Schweben beider Beine, sondern eine sehr kurze Zeit des gemeinschaftlichen Aufstehens. Diese variirt (1mal ist sie = 0) von 0,01 bis 0,03 Secunden, wobei Schritt 1 nicht gerechnet ist. Dass beim eigentlichen Tanzen die Zeit des Schwingens grösser ist, bei unserer Galoppade fast noch einmal so gross, als die Zeit des Aufstehens, 0,264 : 0,142, als Mittel aus den kaum differirenden Werthen beider Beine, braucht bloss der Erwähnung.

Wenn wir die bisher besprochenen Kapitel in kurzem Resultate zusammenfassen, so müssen wir unser Urtheil ganz ähnlich lautend dem früher bei den räumlichen Beziehungen des Gehens abgegebenen formuliren. Auch bei dieser gewiss exakt arbeitenden Untersuchungsmethode sind uns, neben den im Allgemeinen vorhandenen und leicht constatirbaren gegenseitigen Beziehungen von Schrittdauer, Dauer der Schwingung, des Aufstehens, des gleichzeitigen Stehens auf beiden Beinen etc. etc., innerhalb der einzelnen Zeitphasen des Gehens so constante, wenn auch gewöhnlich nur geringe, Schwankungen der Einzelwerthe entgegengetreten, dass wir in diesem Verhalten die Norm erblicken und ein maschinenmässiges Gehen mit absolut gleichen Zeitwerthen der Einzelphasen als einem natürlichen Gehen durchaus nicht entsprechend bezeichnen müssen. Somit würde in einer gewissen Freiheit der Bewegung, die bald in dem einen, bald in dem andern Zeitmoment sich geltend machen kann, das Charakteristicum eines natürlichen Ganges zu suchen sein; und die individuellen Verschiedenheiten, die der Gang des Einzelnen darbietet, können eben dadurch zur Geltung kommen, dass es keinen absoluten Massstab für ein normales Gehen gibt und dass in den Rahmen der Norm mehr, als man von vorneherein anzunehmen geneigt ist, eingefügt werden kann.

Parademarsch.

Tabelle 61[a, b, c] Tafel IX.

Den Versuch stellte mein Freund Pr.-Lieutenant St. (Körpergrösse 1,70, Versuchsperson VI) an. — Leider war die Bahn von

$8\frac{1}{2}$ Meter etwas kurz, so dass nur wenige Schritte gemacht werden konnten. Doch genügen sie (der erste und lezte muss freilich ausgeschlossen bleiben), um eine Exaktheit des Ganges darzuthun, wie sie bei gewöhnlichem, ungezwungenem Gehen nie gefunden wird. Die Schrittdauer beider Beine ist gleich gross, 0,57 Secunden; die Doppelschritte sind ebenfalls von nahezu gleicher Dauer (l. 1,15, r. 1,14). Fast ebenso unmerklich sind die Differenzen beim Aufstehen eines Beines, Schwingen, Abwickeln der Sohle; der etwas grössere Werth ist stets auf Seite des linken Beines. Die Variationen sind durchweg sehr geringe; besonders exakt scheint das Stadium des Abwickelns, welches bei gewöhnlichem Gange viel grössere Variationen zeigt. Als ein für den Parademarsch charakteristisches Stadium ist das des Aufsezens des Fusses anzusehen. Wie ich höre, ist gleichzeitiges Aufsezen der Ferse und des Ballens beim Gemeinen wegen der starren Sohle meist vorhanden, während der im Schuh beweglichere und freiere Fuss des Officiers eher die Spize etwas früher aufsezt. Lezteres ist auch in der That in unserem Versuche beim rechten Fusse ausnahmslos der Fall; freilich ist die Zeitdifferenz eine höchst geringe, in praxi wohl kaum bemerkbare. Dagegen sezt der linke Fuss 3mal unter 5 Schritten, selbst beim ersten schon, die ganze Sohle auf einmal nieder, in den beiden andern Schritten tritt die Ferse um eine minimale Zeit früher auf. Das gleichzeitige Aufstehen beider Beine variirt etwas mehr, ist aber immer noch viel exakter, als beim gewöhnlichen Gehen. Berechnet man die Zeit des Aufstehens der ganzen Sohle auf dem Boden, so erhält man

	Links	Rechts
3.4	0,40 Secunden	0,40
5.6	0,39	0,34
7.8	0,35	0,40
9.10	0,39	0,40
11.	0,36	

Der Parademarsch, als eine bestimmte Art des gezwungenen Ganges, des Kunstganges, ist insofern auch physiologisch von Bedeutung, als er beweist, dass bei gesteigerter Aufmerksamkeit und Willensanstrengung durch fortgesezte Uebung der Gang des Menschen an Exaktheit und Gleichmässigkeit viel gewinnen kann, ohne freilich damit ein absolut gleichmässiger zu werden. Wir verzichten aber beim

gewöhnlichen Gehen, wo es sich uns bloss um Fortbewegung überhaupt handelt, im Interesse der Bequemlichkeit und Ersparniss von Muskelanstrengung auf jede Gangart, die bei ähnlicher Exaktheit, wie der geschilderte Parademarsch, immerhin etwas Gezwungenes und Gemachtes an sich haben würde. —

Wenn die Gebrüder Weber betonen (l. c. pag. 19), dass das Schwingen des Beines nach den Gesezen der Pendelbewegung zur Gleichmässigkeit der Schritte wesentlich beitrage, so ist hier, beim Parademarsch, hervorzuheben, dass diese mit augenscheinlicher Muskelanstrengung verbundene Gangart, wo von einem eigentlichen Pendeln des Beines gar nicht die Rede sein kann, ganz besonders gleichmässig erscheint.

III. Pathologischer Theil.

Gang des Alters.

Wie bei Früherem möge auch hier der Gang des Alters zwischen physiologischem und pathologischem Theil vermitteln. — Ich habe an 2 Versuchspersonen experimentirt. Die eine ist der schon früher (pag. 68) in Betreff seiner Gehcurve (Tafel IV, Fig. 14) besprochene, z. Zeit des Versuches 71jährige Mann (Nr. VII). — Tab. 62[a, b, c] Tafel IX.

Die zweite ist der älteste Mann Tübingens, der $92\frac{3}{4}$ S. alte Weingärtner S., der zwar sehr taub, aber sonst noch leidlich gesund ist und (mit Stock) längere Zeit gehen kann. Beim Versuche blieb der Stock weg. S. ist von ziemlich kleiner Statur. — Versuchsperson VIII. Tab. 63[a, b, c] Tafel IX.

Bei Nr. VII sind auffallende Differenzen einem gewöhnlichen gesunden Individuum gegenüber nicht zu entdecken. Bei einzelnen Positionen fällt sogar die grosse Uebereinstimmung der Werthe für beide Beine auf, so bei der Dauer des Doppelschrittes und des einfachen Schrittes, während andererseits wieder z. B. die Dauer des Aufstehens eines Beines auf dem Boden mehr, als es bei mir der Fall zu sein pflegt, zwischen den beiden Extremitäten differirt, so dass links der Zeitwerth ein wesentlich geringerer ist (0,76 Secunden : 0,86); auch in der Schwingungsdauer besteht relativ grosser Unterschied (0,62 links : 0,53

rechts); die mittlere Schwingungsdauer beider Beine jedoch entspricht durchaus der Allgemeingeschwindigkeit des Gehens. Verkürzt erscheint das Stadium des Abwickelns der Fusssohle, verlängert dagegen das des Aufsezens des Fusses, und zwar desshalb, weil diese Stadien im Alter nicht mehr mit derselben Exaktheit markirt werden, wie beim ganz gesunden Erwachsenen. Theoretisch ist ja jenes Gehen am vortheilhaftesten, wo beim Strecken und Stemmen der Extremität der Fuss sich stark verlängert, und so das auch der Schrittlänge zu gute kommende Stadium des Abwickelns sehr ausgeprägt ist; das Stadium des Aufsezens des Fusses, das für die Vorwärtsbewegung als solche gar nichts leistet, gestaltet sich für den Gehenden um so günstiger, je kürzer es (innerhalb des Rahmens der jeweiligen Gehgeschwindigkeit) ist. Die Dauer des gemeinschaftlichen Stehens beider Beine auf dem Boden mit 0,11 im Mittel ist normal zu nennen.

Abweichender und in der That schon in das pathologische Gebiet hinüberstreifend gestalten sich die Verhältnisse bei dem 93jährigen Greise. Wir haben jedoch allen Grund, die vorliegenden Störungen zu erklären wesentlich aus der dem hohen Alter entsprechenden motorischen Schwäche, wobei natürlich die noch physiologisch zu nennenden senilen Veränderungen im Centralorgane ohne Weiteres zuzulassen sind. Beide Beine zeigen schon makroskopisch, wenn ich den Ausdruck gebrauchen darf, beträchtliche Unterschiede während des Gehens, Tabelle 63[a] lässt diese Verhältnisse übersehen. Der Gang ist im Allgemeinen 3mal langsamer, als bei dem gewöhnlichen Gange eines Erwachsenen. Das linke Bein macht im Allgemeinen ganz reguläre Schritte, hebt zuerst die Ferse, dann die Fussspize ab, um, nachdem die Beinschwingung vollführt ist, wieder die Ferse und schliesslich den Ballen aufzusezen (s. Tabelle 63[a]). Wie wenig prompt aber die Beinschwingung ausgeführt wird, geht aus einer fast regelmässigen (Schritt 12 und 20 ausgenommen) Schleifung der Fussspize hervor, die immer ganz wenig Zeit nach Abheben der Fussspize beginnt und allerdings nur Bruchtheile einer Secunde dauert [1]). In Tabelle 63[a] sind zwischen die Rubriken d und b mit kleinen Zahlen die diesen Schleifungen entsprechenden Werthe eingetragen. So manifestirt

---

1) In Tafel IX, Nr. VIII ist dieses Schleifen durch eine kurze Unterbrechung des Schwingungsbogens angedeutet.

sich bei dem sonst regelmässigen Gange die Greisenschwäche in der mangelhaften Erhebung des Fusses, speciell der Fussspize, während des Schwingens; die Gastrocnemii entfalten nicht mehr ihre volle Wirkung. Eine im Verhältniss zur Dauer des Schwingens lange Zeit des Aufstehens ist zu notiren; für die relativ kurze Dauer der Schwingung kommt übrigens die geringe Schrittlänge, c. 240 CM, wesentlich in Betracht.

Noch abweichender verhält sich die rechte Extremität; hier fehlt bei nicht wenigen Schritten eine reguläre Beinschwingung; bei 11, 13, 15, 17, 19, 25, 29—35 ist sie vorhanden und in Tabelle 63^{b} auch berechnet, allerdings ist die Schwingung oft so, dass beim nachfolgenden Aufsezen des Fusses auf den Boden nicht die Ferse, sondern der Ballen zuerst aufgesezt wird. Die Abnormität innerhalb der Zeit, in der vom Gesunden das Bein pendelnd vorwärts bewegt wird, besteht wesentlich darin, dass von unserer in Rede stehenden Versuchsperson zunächst bloss die Ferse, dann nach mehr oder minder langer Zeit (im Mittel 0,222 Secunden) auch die Fussspize abgehoben wird, welche aber gewöhnlich so frühe (und also auch wesentlich früher, als der Ballen) wieder auf den Boden gesezt wird, dass von einer eigentlichen Beinschwingung keine Rede sein kann. Es schleift fast in der ganzen Zeit der »Beinschwingung« der vordere Theil des Fusses auf dem Boden und zwischen Abheben und Aufsezen der Fussspize liegt nur ein ganz kurzer, kaum als eigentliche Beinschwingung anzusprechender, Zeitraum. Bei Schritt 23 fehlt auch dieses kurze, den Anfang einer unvollständig bleibenden Schwingung markirende Zeitmoment; der Fuss hebt sich nur in seinem hinteren Theile, der vordere wird auf dem Boden geschleift. Die bei der linken Extremität fast durchweg vorhandene kurze Schleifung innerhalb einer regulären Beinschwingung ist nur bei Schritt 33 vorhanden. Die rechte Extremität funktionirt also noch schwächer, noch unvollkommener als die linke; die senile Schwäche kommt viel mehr zur Geltung. Und bei alledem ist es geradezu merkwürdig, wie in verschiedenen Positionen (— einzelne konnten für das rechte Bein wegen des habituellen Schleifens nicht berechnet werden —) die Werthe für beide Extremitäten nahezu identisch sind, so beim Doppelschritt, einfachen Schritt, der Dauer des Aufstehens. Auffallend lang erscheint die, nur für das linke Bein genauer berechnete, Dauer des Aufstehens auf dem Boden,

0,9 : 0,5 der Beinschwingung; für das rechte Bein, soweit aus den wenigen eigentlichen Schritten entnommen werden kann, ist sie noch etwas grösser im Verhältniss zur Beinschwingung — 1,04 : 0,47 der Beinschwingung.

Die Variationen sind zwischen Minimum und Maximum der Einzelwerthe grösser als bei Versuchsperson VII.

Anchylosis articulationis genu.

Tabelle 64[a, b, c], 65[a, b, c], Tafel X, Nr. IX a u. b
Tabelle 66[a, b, c], 67[a, b, c], Tafel X, Nr. X a u. b.

Fall α) Versuchsperson IX; es ist dies der früher besprochene (pag. 71) 38j. Arbeiter mit linksseitiger Kniegelenksanchylose. Bei beiden Versuchen, welche ein gewöhnliches und ein sehr schnelles Gehen betreffen, ist die grössere Dauer der Schritte des linken Beines ganz augenfällig; die Zeit zwischen Aufsezen der rechten Ferse und Aufsezen der linken des folgenden Schrittes ist also grösser, als umgekehrt die zwischen Aufsezen der linken und der rechten Ferse. Der Gang solcher Individuen erhält, wenn sie auf einer schallenden Unterlage, z. B. auf Steinplatten, gehen, einen gewissen Rhythmus, da stets eine in's Ohr fallende Länge und Kürze mit einander abwechseln. Die grössere Schrittdauer des linken Beines ist wenigstens beim sehr schnellen Gehen zum Theil auf Rechnung der (von uns früher constatirten) grösseren Schrittlänge des linken Beines zu sezen, welches eben einen längeren Raum zu durchschwingen hat; doch muss die Beweglichkeitsbeschränkung der steifen Extremität, die in Folge derselben weniger prompt schwingen kann, jedenfalls mit in Rechnung gezogen werden. Nun kommen freilich bei dieser Differenz in den beiderseitigen Schrittdauern die zeitlichen Verhältnisse der übrigen Positionen noch in Frage. Meist ist der Werth für das linke Bein, ausgenommen das Stadium der Abwicklung bei dem ersten Versuch, der kleinere; besonders ausgesprochen ist dies beim sehr schnellen Gehen im Stadium des Aufstehens des Beines auf dem Boden. Aber diese Werthe werden übercompensirt, indem in dem einen Versuch besonders die Dauer des Abwickelns, im zweiten (s. schnelles Gehen) die Dauer des Schwingens wesentlich grösser erscheint, als beim rechten Bein. Dass bei sehr schnellem, die Kräfte stark in Anspruch nehmendem, Gehen

das Stüzen auf dem schwächereren linken Beine um ein Beträchtliches kürzer dauert, als beim gesunden rechten, ist wohl verständlich. Es hängt damit auch der Unterschied in der Dauer des gemeinschaftlichen Stehens beider Beine zusammen, die von Schritt zu Schritt zwischen grösseren und kleineren Werthen alternirend wechselt. Bemerkenswerth ist die Verschiedenheit in der Art des Aufsezens des Fusses. Während der gesunde rechte Fuss zuerst mit der Ferse den Boden berührt, wird der linke Fuss meistens mit der Fussspize voran auf dem Boden aufgesezt, und dies besonders auffallend beim schnellen Gehen. Es ist schon früher hervorgehoben worden, wie die Winkelstellung des steifen Beines in Bezug auf die Direktionslinie eine abweichende ist, indem der linke Fuss mit seiner Spize viel stärker nach aussen rotirt wird. Die direkte Beobachtung mancher mit steifer Extremität Behafteter zeigt, wie die scheinbar mühsam und schwerfällig vorwärts bewegte Extremität zuerst die Fussspize aufsezt, um hiermit einen ersten Anhaltspunkt auf dem Fussboden zu bekommen und, wie ich glaube, die mit dem Aufsezen des Fusses nothwendig verbundene, hier stärker ausgesprochene, Beckensenkung mehr allmählich eintreten zu lassen, während ein primäres Aufsezen der Ferse ein viel stärkeres, ungehinderteres Sinken des Rumpfes in sich schliessen würde. So aber kann die wie ein tastendes Organ zuerst aufgesezte Fussspize ein sanftes Auftreten auf den Boden einleiten; bei denjenigen Individuen dagegen, welche unter solchen Umständen, wo die feinere Abstufung und Beherrschung der Muskelbewegung fehlt, die Ferse zuerst aufsezen, folgt der übrige vordere Theil in brüsquerer Weise, gleichsam klappend, nach, weil bei Wegfall einer ausgleichenden Beugung im (anchylosirten) Kniegelenke die Rumpfschwere so zu sagen direkt den vorderen Fusstheil niederdrückt.

Fall β) Versuchsperson X betrifft einen 29jährigen Institutsdiener, der, im Jahre 1869 im rechten Kniegelenk resecirt, jezt mit hohem Absaze ganz leidlich und auch ziemlich schnell gehen kann. Der Versuch wurde, da Pat. mit der steifen, um 2—3 CM kürzeren Extremität ohne künstlichen Absaz den Fussboden gar nicht berühren würde, so gemacht, dass Pat. mit dem rechten Stiefel im elektrischen Schuh stand. Zwei Versuche, ein gewöhnliches und ein schnelles Gehen, wurden ausgeführt. Dabei stellt sich, als Hauptunterschied vom vorhergehenden Falle, heraus, dass eine durchgreifende Differenz

zwischen der gesunden und der steifen Extremität nicht besteht. Es muss demnach eine genügende Leistungsfähigkeit der resecirten Extremität angenommen werden, und es ist auch in der That beim Gange der Versuchsperson relativ wenig Anomalie zu entdecken, abgesehen von der Steifhaltung der rechten Extremität im Knie, die, kleinere Schritte ausführend, weniger frei und elegant bewegt wird als die gesunde. Die Specialtabellen 66 und 67 ergeben, dass in diesem Falle Doppel- wie Einzelschritt der resecirten Extremität kleiner sind, dass die leztere, wie anzunehmen war, kürzere Zeit stüzt, als die gesunde, auch etwas kürzere Zeit schwingt, während das Abwickeln des Fusses der resecirten Extremität entschieden länger dauert. Und zwar gilt dies vom gewöhnlichen, wie vom schnellen Gehen; nur nimmt bei ersterem das Schwingen längere Zeit in Anspruch, als beim schnellen Gehen. Beim Aufsezen des Fusses besteht eine auffallend grosse Differenz zwischen Auftreten der Ferse und Auftreten des Ballens; in dem einen Versuche ist für das linke, im zweiten für das rechte Bein der Werth ein grösserer. Zu beachten ist, wie im vorigen Falle, die abwechselnd grössere und kleinere Dauer des gleichzeitigen Aufstehens beider Beine auf dem Boden.

Amputatio femoris dextri.

Tabelle 68 $^{a, b, c}$, 69 $^{a, b, c}$, Tafel X, Nr. XI a und b.

Es ist dies dasselbe Individuum, das früher (pag. 75) bei den Untersuchungen über die räumlichen Verhältnisse des Gehens fungirte. Der Versuch wurde so angeordnet, dass die Krücke in einem kleinen, sonst für Kinder verwendeten, elektrischen Schuhe stand, an welchem sie in passender Weise befestigt wurde, so dass der Fersentheil des Schuhes direkt unter das Krückenende zu liegen kam; für Handhabung der Krücke lag keinerlei Behinderung vor. Wenn schon früher eine gewisse Exaktheit im Gehen, wenigstens auf der Seite der Krücke, hervorgehoben wurde, so gilt dies auch bei den zeitlichen Verhältnissen. Die Krücke leistet im Allgemeinen mehr als die gesunde Extremität, auch hier kommen, wie beim Parademarsch, Absicht und bewusste Muskelanstrengung wesentlich in Betracht. Dass in beiden Versuchen, bei gewöhnlichem und schnellem Gehen, rechts die Dauer des Schrittes etwas grösser ist, erklärt sich, selbst raschere Bewegung

der Krücke angenommen, aus dem grösseren von derselben zu durchmessenden Spatium. Im zweiten Versuche sind übrigens die Schritte des gesunden Beines um eine Kleinigkeit grösser, als die der Krücke. Die Variationen sind bei der Krücke fast durchweg geringere, als beim linken Bein; die Dauer des Aufstehens ist bei lezterem grösser, als bei der Krücke, dasselbe gilt vom Schwingen, wo die längere Dauer bei der viel weiter ausholenden Krücke wohl verständlich ist.

Die gleichmässige Verminderung aller Zahlenwerthe beim schnelleren Gehen, gegenüber dem gewöhnlichen, ist augenfällig und beweist die volle Herrschaft des Versuchsindividuums über seine Muskulatur, so dass in jeder einzelnen Phase des Gehens die zum Gesammteffekt eines raschen Ganges erforderliche Beschleunigung einsezen kann.

Gang bei motorischer Schwäche.

Tabelle 70 $^{a, b, c}$. Tafel X, Nr. XII.
Tabelle 71 $^{a, b, c}$, 72 $^{a, b, c}$. Tafel X, Nr. XIII a u. b.

Erster Fall (Versuchsperson XII) betrifft einen 39j. Schneider, welcher schon lange Jahre, nach seiner Angabe 14, krank, erst in lezter Zeit wesentliche Beschwerden von seinem Leiden verspürt hatte. Es bestand bei ihm eine Atrophie verschiedener Muskelgebiete, besonders waren die Rückenstrecker und die Muskeln der untern, viel weniger, aber immer noch deutlich, die der oberen Extremität befallen. Sonstige nennenswerthe Anomalieen nicht nachzuweisen, besonders keinerlei Störung der Sensibilität. Es musste demnach eine sehr langsam fortschreitende Muskelatrophie mit abnormem Verlaufe (Beginn an den Unterextremitäten!) angenommen werden.

Der Gang war eigenthümlich, sehr breitspurig; der Rumpf wurde stark nach hinten übergebeugt gehalten; die Beine durchaus coordinirt bewegt, aber ziemlich hoch erhoben und leicht geschleudert, so dass der Gang etwas Gravitätisches bekam. Die Schritte waren klein, zwischen 260 und 270 CM im Durchschnitte. Die Tabellen ergeben eine, mit Ausnahme des Stadiums des Abwickelns, ganz auffallende Uebereinstimmung der Werthe für beide Extremitäten. Die Schrittdauer, speciell auch die Dauer des Schwingens der Beine, ist im Verhältniss zur Kleinheit der Schritte gross, der Gang mit anderen Worten ein ziemlich langsamer. Dauer des Aufstehens eines Beines auf

dem Boden, sowie die Zeit des gemeinschaftlichen Stehens beider Beine ist relativ gross, das Stadium des Abwickelns, für den rechten Fuss wenigstens, gekürzt. Das Aufsezen des Fusses geschieht öfters nicht regulär; es wird der Ballen, besonders links, früher aufgesezt, oder es berührt auch die Sohle mit ihrer ganzen Fläche auf einmal den Boden.

Der zweite Versuch (Versuchsperson XIII) stammt von einem mit chronischer traumatischer Meningitis spinalis (et cerebralis) behafteten 23j. Arbeiter. Das Trauma erfolgte im Januar 1878, und seit jener Zeit datirt die Affektion, welche mit intercurrenten, z. Theil sehr bedeutenden Besserungen, bis heute fortbestanden hat. In lezter Zeit, nachdem eine Zeitlang nahezu vollständige Paraplegie bestanden, wieder erneute Besserung und Möglichkeit ohne Unterstüzung mit einem Stock zu gehen. In dieser Zeit ist der Gehversuch gemacht (Tabelle 71 [a, b, c]. Tafel X, Nr. XIII[a]), inzwischen aber hat sich der Zustand des Kranken, der vorübergehend an eigenthümlichen hystero-epileptischen Krämpfen gelitten hat, noch wesentlich gebessert (s. u.). Geringe Sensibilitätsstörung noch jezt vorhanden. Der Gang erinnert in manchen Stücken an den der oben besprochenen Versuchsperson XII. Wie dieser ist er breitspurig, die Beine werden stark gehoben, aber durchaus coordinirt bewegt, dabei wiegende Bewegungen des Rumpfes, abwechselnd nach der einen oder anderen Seite. Aehnlich wie im vorhergehenden Falle bietet die mittlere Dauer des Doppelschrittes zwischen beiden Extremitäten nur geringe Differenzen. Dagegen ist die Schrittdauer des rechten Beines, trozdem dass die Schwingungsdauer beider Beine absolut gleich und die Dauer des Aufstehens auf dem Boden so gut wie gleich ist, um mehr als die Hälfte grösser, als die des linken, was sich nur erklären lässt aus beträchlicheren Differenzen der Schrittgrösse. Das linke Bein, das auch vom Pat. als das deutlich schwächere bezeichnet wird, leistet weniger. An den Variationen in den einzelnen Rubriken, wo meist das rechte Bein günstigere Zahlen bietet, ist dies nicht ersichtlich; aber besonders auffallend und auch bei direkter Beobachtung des Gehenden leicht wahrnehmbar, ist die Art, wie der linke Fuss aufgesezt wird. Der Ballen wird nemlich sehr viel später, als es unter gewöhnlichen Verhältnissen der Fall ist, nach der Ferse auf den Boden gesezt. Wenn die Ferse schon den Boden berührt, schwebt der vordere Fusstheil noch in der Luft, macht auch wohl einzelne wiegende oder zitternde Bewegungen, ohne aber

den Boden zu berühren, bis endlich, nach fast einer $\frac{1}{2}$ Secunde durchschnittlich, auch der Fussballen niedergesenkt wird. Andererseits kommt es auch vor (s. Tabelle 71[a], Anmerkungen), dass wenn Ferse und Ballen schon auf dem Boden ruhen, die Fusssohle also mit ihrer ganzen Fläche stüzt, der vordere Theil des Fusses sich vorübergehend hebt, um aber sofort wieder, nach Verfluss von $\frac{1}{3}$ Secunde und weniger, auf den Boden niederzusinken. Auch vorübergehendes Schleifen der schon erhobenen, (im »Schwingen« begriffenen) Ferse wird, bei Schritt 23, beobachtet.

Wenn wir die beiden, eben erörterten Fälle mit einander vergleichen, so tritt neben der grösseren Schrittlänge des zweiten, zwischen 320 und 330 CM. durchschnittlich, die grössere Geschwindigkeit im Gehen hervor. Die meiste Verschiedenheit bieten sie jedoch in der auch objektiv am ehesten zu constatirenden Art, wie die Beine, speciell die linken, auf den Boden gesezt werden, Unterschiede, die so prägnant sind, dass sie wesentlich zur charakteristischen Besonderheit eines Ganges beitragen müssen.

In einer Beziehung jedoch ist eine gewisse Uebereinstimmung vorhanden, in der Art wie beide Füsse in ihren wechselseitigen Beziehungen bezüglich des Aufsezens und Abhebens sich verhalten. Der Gesunde, wie eine Durchmusterung der Tabellen ergibt, geht nemlich so, dass im einzelnen Schritte die Ferse gehoben wird, ehe von dem Fusse, der den vorhergehenden Schritt ausführt, der Ballen niedergesezt ist; es wird also bei dem einen Schritte der Fuss abgehoben, dann folgt die Erhebung der Ferse beim andern Schritt, hierauf Aufsezen der Ferse und gleich darauf des Ballens beim ersten Schritt, und dann erst Abheben der Spize beim zweiten. Es wird so das Aufsezen des Fusses der einen Extremität zeitlich in das länger dauernde Stadium des Abwickelns des andern Beines hineinverlegt. Bei den eben besprochenen Kranken verhält sich die Sache in mancher Beziehung anders. In nicht wenigen Schritten beginnt die Abhebung des Fusses erst, wenn der andere Fuss, welcher den vorhergehenden Schritt gemacht hat, schon vollständig, mit Ferse und Ballen, aufgesezt ist; es werden die einzelnen Stadien nicht in der regelmässigen Reihenfolge, wie beim Gesunden, durch einander geschoben, sondern jede Extremität muss ihre mühsame Arbeit für sich verrichten, auf sie, so zu sagen, der sonst über beide Extremitäten zugleich in leichtester Weise dis-

ponirende Willensimpuls concentrirt werden, um die momentane Arbeitsleistung zu ermöglichen.

Bei Versuchsperson XII ist die eben erwähnte Anomalie sehr ausgesprochen, bei XIII deutlicher, wenn man von den geraden zu den ungeraden Schritten, als wenn man umgekehrt rechnet; damit ist indirekt eine Bestätigung der grösseren Schwäche und mangelhafteren Beweglichkeit des linken Beines gegeben.

Mit Versuchsperson XIII konnte ich, 21 Tage nach dem ersten Versuche, einen zweiten Gehversuch anstellen. Es war in dieser Zeit wesentliche Besserung eingetreten; Pat. konnte ohne Stock gehen; eine Anomalie trat im Gange immer noch hervor, indem derselbe etwas mühsam, angestrengt erschien. Der Mangel jeglicher Coordinationsstörung war augenfällig. Ein Vergleich der Tabelle 71 und 72 illustrirt sofort den Unterschied zwischen den beiden Gehversuchen. Zunächst ist der Gang ohne Beihilfe des Stockes ein mindestes noch einmal so schneller geworden, die durchschnittliche Schrittgrösse ungefähr im Verhältniss von 8 : 13 gewachsen. Zwar ist auch noch, wie beim ersten Versuche, das Stadium des Aufstehens des linken Fusses durch, freilich jezt nur noch momentanes, Abheben der Fussspize (vor der definitiven Abhebung) gekennzeichnet; im Uebrigen aber sind die Unterschiede ganz beträchtliche. Troz grösserer Schrittlänge ist die Dauer der Schritte eine wesentlich kürzere geworden; es differirt zwar die Dauer der Doppelschritte mehr, die der Einzelschritte aber viel weniger, als beim ersten Versuche. Im Allgemeinen ist, abgesehen von der Dauer des Abwickelns der Fusssohle, die auch jezt noch beim rechten Bein erheblich länger dauert, eine grössere Gleichheit im Verhalten beider Extremitäten zu bemerken, und es sind, was vor Allem von Bedeutung ist, die Variationen durchweg für beide Extremitäten viel geringere geworden. Dass die Schwingungsdauer um einen, wenn auch relativ geringen Betrag (nicht ganz $\frac{1}{3}$) gewachsen, erklärt sich aus der grösseren Schrittlänge unmittelbar. So vereinigen sich die Einzelleistungen des Gehenden innerhalb der einzelnen Stadien im zweiten Versuche zu der ungleich grösseren Gesammtleistung, welche dem Kranken mit allmählicher Wiederkehr seiner Motilität ermöglicht ist.

Uncoordinirter Gang.

α) Tabes dorsualis.

Tabelle 73 [a, b, c]. Tafel X, Nr. XIV.

Versuchsperson XIV, bei früherer Gelegenheit schon zum Versuche herangezogen (s. pag. 81). Der Zustand des Kranken ist noch genau derselbe wie damals.

Irgend auffallende Verhältnisse sind nicht wahrzunehmen. Der Gang ist langsam; die relativ ziemlich beträchtliche Dauer des Doppelschrittes ist für beide Extremitäten genau gleich; rechts die Dauer des einfachen Schrittes, sowie die Variationen derselben grösser. Die Dauer des Aufstehens und die für beide Beine genau gleiche Schwingungsdauer bieten nichts Abweichendes, abgesehen, wenigstens beim linken Bein, von grossen Variationen der Einzelwerthe. Die Dauer des Abwickelns ist, mit dem Gesunden verglichen, entschieden klein, die Variationen sind recht gross. Das Aufsezen des Ballens geschieht linkerseits wesentlich später, als rechts, wo ungefähr normales Verhalten oder eher noch etwas kleinere Werthe zu verzeichnen sind. Die Dauer des Aufstehens beider Beine ist normal.

β) Chorea minor.

Tabelle 74 [a, b, c]. Tafel X, Nr. XV.

10j. Mädchen, Versuchsperson XV, seit 4 Wochen, und zwar erstmals, an Chorea leidend; neben unwillkürlichen Bewegungen der oberen Extremitäten, sowie auch im Bereiche der Gesichtsmuskulatur, sind besonders die der unteren auffallend. Pat. kann nicht ruhig stehen; auch beim Gehen treten deutliche Anomalien hervor. Zwar werden in den Mittelwerthen besondere Abweichungen nicht bemerkt; die Differenz zwischen beiden Extremitäten ist eine unerhebliche; bei Durchmusterung der Tabelle 74ª aber sind gewisse Besonderheiten nicht zu verkennen. Wie beim Gesunden das wechselseitige Verhalten vom Aufsezen und Abheben der Füsse sich gestaltet, haben wir bei Gelegenheit der Besprechung von Fall XII und XIII (pag. 141) auseinandergesezt; von diesem normalen Verhalten bietet die in Rede stehende Kranke, aber nach anderer Seite hin, Abweichungen. Hier wird nemlich in verschiedenen Schritten, wenn von der einen Extremi-

tät die Ferse erhoben ist, zunächst nicht die Ferse und dann der Ballen des andern aufgesezt, sondern zuerst auch die Spize desselben Fusses abgehoben und erst, wenn dieses Stadium des Abwickelns vorüber ist, kommt ein im Allgemeinen etwas langes Stadium des Aufsezens des andern Beines. Wenn das Schema bei gewöhnlichem Gehen so zu formuliren ist: c′a b d′ (s. pag. 105) so wird es in unserem Falle in c′ a d′ b umgewandelt, d. h. Abheben des einen und Aufsezen des andern Fusses sind wie beim Gesunden, aber in anderer Weise, durcheinander geschoben. Anders haben wir es bei den vorher besprochenen Fällen XII u. XIII (bes. anders bei dem ersteren), die auch einen andern Gang zeigen, als das choreatische Mädchen, gefunden; hier ist die zeitliche Trennung zwischen beiden Extremitäten eine durchgreifende; wenn wir alle Phasen berücksichtigen, so bekommen wir hier das Schema c d b a c′ d′ b′ a′; bei der Chorea hingegen beispielweise: c d c′ a d′ b a′ b′. Das Schema für ein normales Gehen lautet c d c′ a b d′ a′ b′; also auch eine fast absolute Trennung zwischen beiden Extr[illegible]tgr[illegible]en, nur mit dem Unterschiede, dass zwischen das Stadium des Abhebens und Aufsezens, also in das des Schwingens, das Abheben der Ferse des andern Beines sich hineinschiebt. Die Choreatische hingegen mit ihrer Coordinationsstörung zeigt, indem sie d′ vor b sezt, also die Fussspize abhebt, ehe der Ballen vom vorhergehenden Schritt niedergesezt ist, den Mangel an Dispositionsvermögen über feinere Muskelwirkungen und die fortwährende Unruhe, welche derartige Kranke auszeichnet. Von dem früher geschilderten Fall ist dieser wesentlich unterschieden; er übertreibt das Durcheinanderschieben der Einzelstadien beider Füsse, während jener, im Besize von nur geringen motorischen Kräften, der geringen Normalleistung einer früheren Erhebung der Ferse nicht genügen kann.

Hemiplegia sinistra.

(ex haemorrhagia.)

Tabelle 75 [a, b, c]. Tafel X. Nr. XVI.

39j. weibliche Versuchsperson XVI; seit 6 Monaten krank, 8 Tage nach den ersten Erscheinungen Lähmung der l. oberen, bald darauf auch der unteren Extremität. Facialis soll früher in stärkerem Masse betroffen gewesen sein, jezt ist kaum noch etwas nachzuweisen, das-

selbe gilt vom Hypoglossus. Es besteht kein vitium cordis. Keine Aphasie.

Der Gang ist etwas unbeholfen, ängstlich. Die leicht paretische linke Unterextremität wird nicht geschleift, höchstens andeutungsweise die rechte in ihrem ersten Schritte. Bei grosser Gleichheit der Dauer der Doppelschritte sind die Einzelschritte ziemlich verschieden; die rechtsseitigen, welche entschieden kleiner sind, auch geringere Schwingungsdauer haben, dauern um fast ein Drittel kürzer; die Zeit des Aufstehens auf der kranken Extremität ist gekürzt, dagegen die Zeit des Abwickelns derselben verlängert. Das Aufsezen des Fusses nimmt rechterseits viel längere Zeit in Anspruch, als bei der linken Extremität. Das Aufsezen des rechten Fusses ist ganz regulär, nur beim ersten und lezten Schritt tritt die Fussspize zuerst auf. Die Variationen der Einzelwerthe sind, von der Dauer der einzelnen Schritte abgesehen, für das linke, paretische Bein viel kleiner, als für das rechte. Wir möchten die Erklärung dieses scheinbar paradoxen Verhaltens in dem mangelhafteren Stüzen und Schieben der kranken Extremität suchen, woraus sich auch die Differenzen in der Dauer der Einzelschritte ungezwungen ableiten lassen.

Spastischer Gang.

(Lateralsclerose?)

Tabelle 76 [a, b, c]. Tafel X. Nr. XVII.

35j. Frau (Versuchsperson XVII), seit 4—5 Jahren krank, ausgesprochenere Erscheinungen (Gehen mit einem Stock) seit $1\frac{1}{2}$ Jahren, Verschlimmerung und Gehen an 2 Stöcken seit $\frac{3}{4}$ Jahr. Keine Sensibilitätsstörung; ziemlich guter Ernährungszustand.

Der Gang höchst mühsam, mit sichtlicher Anstrengung verbunden und zwar nicht wegen motorischer Schwäche, sondern bedeutender Muskelspannung. Die Füsse werden nur wenig erhoben; die Schritte sind klein, im Durchschnitte 250 CM. Die Fortbewegung ist eine sehr langsame; zu dem Versuche [1]), den ich bei gewöhnlicher Geschwindigkeit des Gehens in nahezu 9 Secunden absolvire, braucht diese Kranke

---

1) Beim Versuche gieng die Pat. ohne Stock, vorne an den Händen von einem (rückwärts gehenden) Gehilfen leicht unterstüzt, der das Vornüberfallen der Pat. verhüten sollte.

etwas über 50. In mancher Beziehung hat dieser Fall Aehnlichkeit mit dem früher als »breitspurig-spastischer Gang« beschriebenen. (Tafel VI, Fig. 22. Versuchsperson XIV, pag. 85.) Doppel- und Einzelschritt dauern sehr lang, dasselbe gilt vom Aufstehen eines Beines auf dem Boden. Dagegen ist die Schwingungsdauer, zumal für das linke Bein eine sehr geringe, wobei zu berücksichtigen ist, dass bei beiden Extremitäten eine ganz reguläre, volle Schwingung häufig fehlt, und ein frühes Aufsezen des Ballens (vor der Ferse!) und Schleifen desselben stattfindet, während dann die Ferse erst niedergesezt wird, wenn der eigentliche »Schritt« vollendet ist. Das Stadium des Abwickelns ist für das linke Bein gross; beim rechten wird im lezten Drittel des Versuches, mit Ausnahme von Schritt 31, die Fussspize vor der Ferse abgehoben, und hinwiederum beim Aufsezen der Ballen vor der Ferse aufgesezt; das leztere findet übrigens bei beiden Beinen statt.

Im Allgemeinen gilt auch für diesen Fall, dass jedes Bein für sich seinen Schritt vollführt, und dass das Einschieben gewisser Stadien des andern Beines in die zeitliche Dauer des Schrittes nicht vorkommt. Darin charakterisirt sich eben mit zum Theil das Krankhafte, Spastische des Ganges; die grossen Variationen erklären sich auf diese Weise; dass gerade im Stadium des Schwingens dieselben besonders gross sind, lässt sich begreifen aus der Störung, die die Contraktion anderer, als der direkt an der Beinschwingung betheiligten Muskeln für jene mit sich bringen muss. Die Schwankungen in der Dauer des gemeinschaftlichen Stehens beider Beine auf dem Boden können bei dieser Gangart nichts Auffallendes haben.

Erb[1]) hebt bei der Schilderung der spastischen Spinalparalyse das Hängenbleiben der Fussspizen am Boden hervor, in unserem Falle ist dies besonders in dem frühzeitigen Aufsezen der Fussspize, noch ehe der eigentliche Schritt vollführt ist, sowie in dem späten Abheben der Fussspize im Stadium der Abwicklung deutlich ausgesprochen.

1) Ziemssen's Handbuch, XI. Bd., 2. Hälfte, pag. 230.

Vorbemerkungen zu Tabelle 1—42.

Tabelle 1—42 betreffen Versuche über die räumlichen Verhältnisse des Gehens.

Die Ursprungstabellen 1—41 geben die wenigen, direkt gemessenen Werthe: Schrittlänge, bezogen auf die Direktionslinie (d d′), Winkel, den der auf dem Boden ruhende Fuss mit der Direktionslinie macht, Abstand der Ferspunkte von der Direktionslinie (s. pag. 14 und 15).

Die aus diesen unmittelbar gemessenen Werthen abgeleiteten Durchschnittswerthe aller 18 Versuchspersonen sind in der Haupttabelle Nr. 42 enthalten.

Uebersicht über die Versuchspersonen und Tabellen.

I. Verfasser.
  Tab. 1—12 Norm.
  » 13 Gang auf den Zehen.
  » 14, 15 Rückwärtsgehen.
  » 16, 17 Sprunglauf.
  » 18, 19 Gehen mit verbundenen Augen.

II. 62j. Mann.
  Tabelle 20—22. Norm.

III. 33j. weibl. Tab. 23.

IV. 4½ j. Knabe. Tab. 24.

V. 2½ j. » Tab. 25.

VI. 70½ j. Mann. Tab. 26.

VII. 32j. weibl. Tab. 27. 28. Luxatio iliaca congenita dextra.

VIII. 38j. Mann, Tab. 29. 30. Anchylosis articulat. genu sin.

IX. 16j. Lehrling, Tab. 31. Amputatio femoris dextri — Krücke.

X. 30j. Mann, Tab. 32. Amputatio cruris utriusque — künstlicher und Stelzfuss.

XI. $15\frac{1}{2}$j. Flaschner, Tab. 33. 34. Motorische Schwäche (Meningitis spinalis).

XII. 39j. Bauer, Tab. 35. } Breitspurig schleudernder Gang.
XIII. 44j. Unterhändler, Tab. 36. } (Tabes dorsualis)

XIV. 38j. Weber, Tab. 37. Breitspurig-spastischer Gang.

XV. 34j. Schuster, Tab. 38. Breitspurig-ataktischer Gang.

XVI. 61j. Mann, Tab. 39. Schmalspuriger, partiell uncoordinirter, Gang mit sehr grosser Spreizweite.

XVII. 28j. Bauer, Tab. 40. Schmalspurig ataktischer Gang mit mittelgrosser Spreizweite.

XVIII. 31j. Goldarbeiter, Tab. 41. Schmalspurig ataktischer Gang mit normaler Spreizweite.

Räumliche Werthe.

Tab. I. — I, 1.

Nr. des Schritts [1])	Abstand von der Direktionslinie in Mm.		Winkel mit der Direktionslinie		Schrittlänge in Mm.	
	L.	R.	L.	R.	L.	R.
0	— 76	+ 92	21°	25°		
1	+ 20		15		597	
2		+ 112		15		630
3	+ 47		15		689	
4		+ 119		16		685
5	+ 36		12		720	
6		+ 96		12		704
7	+ 19		13		772	
8		+ 96		11		713
9	+ 13		13		732	
10		+ 73		14		725
11	+ 54		13		775	
12		+ 126		14		702
13	+ 56		19		702	

Tab. II. — I. 2.

Nr. des Schritts	L.	R.	L.	R.	L.	R.
0	— 43	+ 56,8	29°	33°		
1	— 47,5		22		507	
2		— 10,5		17		597
3	— 58,1		15		567	
4		+ 9,7		13		592
5	— 52,7		13		622	
6		+ 18,3		16		637
7	— 20,2		15		680	
8		+ 53,0		17		660
9	+ 12,0		15		645	
10		+ 89,3		16		650
11	+ 33,7		16		690	
12		+ 78,1		20		675
13	+ 21,5		17		640	
14		+ 82,3		16		592
15	+ 25,4		33		527	

Tab. III. — I. 3.

Nr. des Schritts	L.	R.	L.	R.	L.	R.
0	— 62	+ 47	21	28		
1	— 42		19		386	
2		+ 22		20		519
3	— 35		16		537	
4		+ 44		16		583

1) cf. pag. 10.

Nr. des Schritts	Abstand von der Direktionslinie in Mm.		Winkel mit der Direktionslinie		Schrittlänge in Mm.	
	L.	R.	L.	R.	L.	R.
5	— 26		18		578	
6		+ 75		16		565
7	— 10		15		616	
8		+ 57		15		598
9	— 22		18		658	
10		+ 58		17		630
11	— 31		17		675	
12		+ 48		17		605
13	— 21		14		662	
14		+ 36		14		617
15	— 33		15		652	
16		+ 60		8		459

Tab. IV. — I. 4.

Nr. des Schritts	L.	R.	L.	R.	L.	R.
0	— 22	+ 42	18	21		
1	— 35		15		505	
2		+ 98		8		580
3	— 47		9		656	
4		+ 70		11		635
5	— 51		13		651	
6		+ 65		13		630
7	— 18		14		672	
8		+ 73		14		631
9	— 21		14		643	
10		+ 70		15		586
11	— 12		15		623	
12		+ 77		12		604
13	— 22		18		631	
14		+ 48		15		539
15	— 27		18		486	

Tab. V. — I. 5.

Nr. des Schritts	L.	R.	L.	R.	L.	R.
0	— 66	+ 48	16½	25½		
1	— 72		15½		387	
2		+ 66		16½		464
3	— 54		16½		555	
4		+ 75		13½		424
5	— 35		18		555	
6		+ 58		16½		524
7	— 30		15		579	
8		+ 54		16		550
9	— 31		18		588	
10		+ 49		16		564
11	— 35		17		571	
12		+ 48		17½		546
13	— 53		16½		601	
14		+ 36		15		569
15	— 82		11		599	
16		+ 50		16		551
17	— 107		5		455	

Tab. VI. — I. 6.

Nr. des Schritts	Abstand von der Direktionslinie in Mm.		Winkel mit der Direktionslinie		Schrittlänge in Mm.	
	L.	R.	L.	R.	L.	R.
0	— 93	+ 51	19^0	$11\frac{1}{2}^0$		
1	— 80		16		362	
2		+ 31		$16\frac{1}{2}$		542
3	— 58		$17\frac{1}{2}$		569	
4		+ 33		$17\frac{1}{4}$		596
5	— 40		$19\frac{1}{2}$		615	
6		+ 15		18		631
7	— 62		$18\frac{1}{2}$		643	
8		+ 3		$17\frac{1}{2}$		641
9	— 71		$19\frac{1}{2}$		659	
10		+ 4		18		628
11	— 91		$14\frac{3}{4}$		670	
12		— 8		$14\frac{1}{4}$		634
13	— 74		18		676	
14		0		$16\frac{3}{4}$		626

Tab. VII. — I. 7.

Nr. des Schritts	Abstand L.	Abstand R.	Winkel L.	Winkel R.	Schrittlänge L.	Schrittlänge R.
0	— 57	+ 48	$16\frac{1}{2}$	17		
1	— 42		$16\frac{1}{2}$		420	
2		+ 50		$13\frac{1}{2}$		559
3	— 45		$18\frac{1}{2}$		582	
4		0		20		592
5	— 64		18		643	
6		— 7		$13\frac{1}{4}$		642
7	— 76		$14\frac{1}{2}$		665	
8		— 6		$17\frac{1}{2}$		653
9	— 63		$13\frac{1}{2}$		669	
10		— 23		$19\frac{1}{2}$		678
11	— 68		$15\frac{1}{4}$		696	
12		— 12		19		660
13	— 41		$12\frac{1}{2}$		641	

Tab. VIII. — I. 8. (Tafel I. Fig. 1.)

Nr. des Schritts	Abstand L.	Abstand R.	Winkel L.	Winkel R.	Schrittlänge L.	Schrittlänge R.
0	— 81	+ 90	12	21		
1	— 61		15		290	
2		+ 79		$16\frac{1}{2}$		351
3	— 67		$17\frac{1}{2}$		400	
4		+ 83		$16\frac{1}{2}$		444
5	— 50		18		512	
6		+ 77		14		433
7	— 61		16		510	
8		+ 84		15		512
9	— 40		16		560	
10		+ 100		$13\frac{1}{2}$		511
11	— 39		$19\frac{1}{2}$		538	
12		+ 91		16		443
13	— 23		$17\frac{1}{2}$		553	
14		+ 106		$14\frac{1}{2}$		515

Nr. des Schritts	Abstand von der Direktionslinie in Mm.		Winkel mit der Direktionslinie		Schrittlänge in Mm.	
	L.	R.	L.	R.	L.	R.
15	— 18		16°		525	
16		+ 84		19°		493
17	— 37		17½		477	
18		+ 94		18½		451

Tab. IX. — I. 9.

Nr. des Schritts	Abstand L.	Abstand R.	Winkel L.	Winkel R.	Schrittlänge L.	Schrittlänge R.
0	— 48	+ 100	17	20½		
1	— 92		15½		485	
2		+ 60		12		620
3	— 71		14		655	
4		+ 45		12		647
5	— 60		16		673	
6		+ 60		14½		646
7	— 70		15½		699	
8		+ 55		17		648
9	— 36		17		689	
10		+ 75		10¾		643
11	— 33		13		660	
12		+ 87		16½		713

Tab. X. — I. 10. (3 Armschwingungen auf Tafel I. Fig. 4.)

Nr. des Schritts	Abstand L.	Abstand R.	Winkel L.	Winkel R.	Schrittlänge L.	Schrittlänge R.
0	— 48	+ 70	16½	21½		
1		+ 70		7¾		426
2	— 53		14½		582	
3		+ 28		15		584
4	— 66		16½		580	
5		+ 23		13½		593
6	— 65		18		631	
7		— 14		16¾		650
8	— 99		15		612	
9		+ 11		10¾		608
10	— 102		15¾		631	
11		— 24		14		610
12	— 135		16		625	
13		— 1		12¾		620
14	— 70		16		640	
15		+ 34		20		407

Tab. XI. — I. 11 (Taf. I. Fig. 2).

Nr. des Schritts	Abstand L.	Abstand R.	Winkel L.	Winkel R.	Schrittlänge L.	Schrittlänge R.
0	— 57	+ 36	27½	18		
1	— 45		19		444	
2		+ 43		17½		542
3	— 36		18¾		602	
4		+ 29		14½		628
5	— 65		15½		679	
6		0		14½		631
7	— 71		19		657	
8		— 24		17¼		589
9	— 70		20½		647	
10		— 15		18		579
11	— 110		13¼		655	
12		— 63		21¾		605

Tab. XII. — I. 12. Taf. I. Fig. 5.

Nr. des Schritts	Abstand von der Direktionslinie in Mm.		Winkel mit der Direktionslinie		Schrittlänge in Mm.	
	L.	R.	L.	R.	L.	R.
0	+ 240	+ 331	$25\frac{1}{2}^{\circ}$	$22\frac{1}{4}^{\circ}$		
1	+ 242		$18\frac{1}{2}$		579	
2		+ 334		12		580
3	+ 227		17		684	
4		+ 308		14		643
5	+ 228		$12\frac{1}{2}$		704	
6		+ 309		$17\frac{1}{4}$		614
7	+ 251		$19\frac{1}{2}$		685	
8		+ 301		18		671
9	+ 240		21		670	
10		+ 282		$14\frac{1}{4}$		634
11	+ 238		21		655	
12		+ 262		$13\frac{1}{2}$		584
13	+ 182		$15\frac{1}{4}$		618	

Tab. XIII. Gang auf den Zehen. — I. 14. Taf. I. Fig. 3.

Nr. des Schritts	Abstand L.	Abstand R.	Winkel L.	Winkel R.	Schrittlänge L.	Schrittlänge R.
0	— 41	+ 70	14	$24\frac{1}{2}$		
1	— 37		$9\frac{1}{2}$		253	
2		+ 101		2		361
3	— 42		7		495	
4		+ 104		$6\frac{1}{2}$		488
5	— 43		$11\frac{1}{2}$		526	
6		+ 80		$5\frac{1}{2}$		483
7	— 38		$7\frac{1}{4}$		541	
8		+ 68		7		557
9	— 38		8		622	
10		+ 58		7		548
11	— 27		7		553	
12		+ 46		$7\frac{1}{2}$		592
13	— 41		$7\frac{1}{2}$		571	
14		+ 30		$8\frac{1}{2}$		621
15	— 32		$8\frac{1}{2}$		612	
16		+ 74		$4\frac{1}{2}$		628

Tab. XIV. Rückwärtsgehen. I. 15.

Nr. des Schritts	Abstand L.	Abstand R.	Winkel L.	Winkel R.	Schrittlänge L.	Schrittlänge R.
0	— 36	+ 59	22	$15\frac{1}{2}$		
1	— 21		$18\frac{1}{2}$		403	
2		+ 89		18		392
3	— 30		$17\frac{1}{2}$		402	
4		+ 81		17		422
5	— 30		17		378	
6		+ 114		19		396
7	+ 5		15		448	
8		+ 115		$19\frac{1}{2}$		435
9	— 10		18		502	
10		+ 122		$18\frac{1}{2}$		416
11	— 49		17		505	

Nr. des Schritts	Abstand von der Direktionslinie in Mm.		Winkel mit der Direktionslinie		Schrittlänge in Mm.	
	L.	R.	L.	R.	L.	R.
12		+ 96		21°		455
13	— 70		6°		495	
14		+ 109		18½		405
15	— 77		10		467	
16		+ 82		16½		424
17	— 72		16		437	
18		+ 72		20		426
19	— 49		15½		425	
20		+ 78		16½		367
21	— 49		17½		274	
22		+ 63		26		272

Tab. XV. — I. 16. Tafel II. Fig. 7. Rückwärtsgehen.

Nr. des Schritts	Abstand L.	Abstand R.	Winkel L.	Winkel R.	Schrittlänge L.	Schrittlänge R.
0	+ 58	+ 120	22¼	22½		
1		+ 70		20¼		440
2	+ 42		16½		388	
3		+ 135		13¼		430
4	+ 22		15½		404	
5		+ 104		16½		477
6	+ 15		16½		405	
7		+ 78		18½		522
8	+ 38		19		447	
9		+ 61		20½		541
10	+ 30		14		476	
11		+ 60		13¼		499
12	— 11		9		488	
13		+ 97		15		484
14	+ 5		9		503	
15		+ 75		14½		469
16	+ 19		10¼		443	
17		+ 67		20		471
18	+ 11		7¾		368	
19		+ 85		19¼		348

Tab. XVI. Sprunglauf. I. 17. Tafel II. Fig. 8.

Nr. des Schritts	Abstand L.	Abstand R.	Winkel L.	Winkel R.	Schrittlänge L.	Schrittlänge R.
0	— 27	+ 69	16¾	21¾		
1	— 44		13		466	
2		+ 56		12		734
3	+ 47		19¼		894	
4		+ 73		13½		862
5	+ 69		21¼		998	
6		+ 90		16¾		960
7	— 20		15¼		921	
8		+ 58		11		872
9	— 31		16		957	
10		+ 10		17		766

Tab. XVII. Sprunglauf. I. 18. Tafel III, Fig. 9.

Nr. des Schritts	Abstand von der Direktionslinie in Mm.		Winkel mit der Direktionslinie		Schrittlänge in Mm.	
	L.	R.	L.	R.	L.	R.
0	— 49	+ 47	$16\frac{3}{4}$°	21°		
1	— 38		$12\frac{3}{4}$		671	
2		+ 43		$15\frac{1}{2}$		607
3	— 20		22		778	
4		+ 85		$7\frac{1}{2}$		747
5	+ 25		$18\frac{1}{2}$		856	
6		+ 37		$14\frac{1}{4}$		890
7	— 26		$19\frac{1}{2}$		918	
8		+ 62		$8\frac{1}{4}$		749
9	+ 34		$14\frac{1}{4}$		844	
10		+ 81		$8\frac{1}{4}$		841

Tab. XVIII. Gehen mit verbundenen Augen. I. 20.

Nr. des Schritts	Abstand L.	Abstand R.	Winkel L.	Winkel R.	Schrittlänge L.	Schrittlänge R.
0	— 34	+ 19	19	27		
1	— 51		16		376	
2		+ 100		15		411
3	— 30		$15\frac{1}{2}$		501	
4		+ 115		22		484
5	+ 19		12		521	
6		+ 161		22		520
7	+ 84		$14\frac{1}{2}$		533	
8		+ 223		21		532
9	+ 153		12		594	
10		+ 288		$19\frac{1}{2}$		540
11	+ 200		$12\frac{1}{2}$		528	
12		+ 340		18		489
13	+ 256		$14\frac{1}{2}$		524	
14		+ 366		14		484
15	+ 276		$13\frac{1}{2}$		499	
16		+ 365		$18\frac{1}{2}$		473
17	+ 264		$11\frac{1}{2}$		422	
18		+ 428		$8\frac{1}{2}$		378
19	+ 277		$11\frac{1}{2}$		356	

Tab. XIX. Gehen mit geschlossenen Augen. I. 21.

Nr. des Schritts	Abstand L.	Abstand R.	Winkel L.	Winkel R.	Schrittlänge L.	Schrittlänge R.
0	— 45	+ 65	18	$23\frac{1}{4}$		
1	— 46		$16\frac{1}{2}$		458	
2		+ 51		$11\frac{1}{4}$		497
3	— 40		$16\frac{1}{2}$		545	
4		+ 81		$20\frac{1}{2}$		426
5	— 19		$9\frac{3}{4}$		523	
6		+ 126		24		532
7	+ 62		11		531	
8		+ 220		$21\frac{3}{4}$		576
9	+ 121		$8\frac{1}{2}$		558	
10		+ 305		21		543
11	+ 244		$10\frac{1}{2}$		601	
12		+ 385		$21\frac{3}{4}$		534
13	+ 305		8		520	
14		+ 485		$23\frac{1}{2}$		460
15	+ 366		$4\frac{3}{4}$		388	
16		+ 576		22		425

Tab. XX. Versuchsperson II. 1.

Nr. des Schritts	Abstand von der Direktionslinie in Mm.		Winkel mit der Direktionslinie		Schrittlänge in Mm.	
	L.	R.	L.	R.	L.	R.
0	— 33	+ 50	31°	28°		
1	— 57		24		484	
2		+ 64		21		595
3	— 46		24½		603	
4		+ 56		21½		612
5	— 62		17½		646	
6		+ 63		20½		625
7	— 56		21½		653	
8		+ 43		20½		646
9	— 79		18		636	
10		+ 42		21½		636
11	— 59		20½		658	
12		+ 35		19½		640
13	— 68		19		595	
14		+ 26		25¾		599

Tab. XXI. — II. 2.

Nr. des Schritts	Abstand L.	Abstand R.	Winkel L.	Winkel R.	Schrittlänge L.	Schrittlänge R.
0	— 42	+ 49	30	26¾		
1		+ 49		23		492
2	— 48		24¾		655	
3		+ 72		20		628
4	— 20		23½		611	
5		+ 67		20		643
6	— 42		23		619	
7		+ 66		20		632
8	— 48		19½		687	
9		+ 77		16½		637
10	— 20		24		653	
11		+ 76		17		600
12	— 61		23		622	
13		+ 33		20		554
14	— 77		19		422	

Tab. XXII. — II. 3. — Tafel III. Fig. 11.

Nr. des Schritts	Abstand L.	Abstand R.	Winkel L.	Winkel R.	Schrittlänge L.	Schrittlänge R.
0	— 34	— 99	wurde nicht gemessen	wurde nicht gemessen		
1		— 105				578
2	— 118				586	
3		— 68				710
4	— 110				709	
5		— 109				677
6	— 120				698	
7		— 82				707
8	— 133				640	
9		— 124				655
10	— 160				650	
11		— 182				653
12	— 213				614	

Tab. XXIII. Versuchsperson III. (Weiblich.)

Nr. des Schritts	Abstand von der Direktionslinie in Mm.		Winkel mit der Direktionslinie		Schrittlänge in Mm.	
	L.	R.	L.	R.	L.	R.
0	— 62	+ 33	$23\frac{1}{2}^{0}$	$27\frac{1}{2}^{0}$		
1		+ 30		$16\frac{1}{2}$		551
2	— 70		16		574	
3		+ 23		$20\frac{1}{2}$		635
4	— 32		22		645	
5		+ 48		26		617
6	— 15		$23\frac{1}{2}$		701	
7		+ 48		$21\frac{1}{2}$		646
8	— 19		26		634	
9		+ 38		19		591
10	— 36		$18\frac{1}{2}$		644	
11		+ 29		$16\frac{1}{2}$		641
12	— 39		$22\frac{1}{2}$		659	
13		+ 29		$18\frac{1}{2}$		629
14	— 75		$23\frac{1}{2}$		612	
15		+ 8		$23\frac{1}{2}$		478

Tab. XXIV. Versuchsperson IV. $4\frac{1}{2}$jähr. Knabe. Tafel III. Fig. 12.

Nr. des Schritts	Abstand von der Direktionslinie in Mm.		Winkel mit der Direktionslinie		Schrittlänge in Mm.		Schleifen	
	L.	R.	L.	R.	L.	R.	L.	R.
0	— 68	+ 21	20^{0}	5^{0}				80
1		— 15		$4\frac{1}{2}$		209	59	
2	— 137		7		288			
3		— 78		2		307	40 (25)	
4	— 122		8		337			
5		— 85		$9\frac{1}{2}$		308	58	
6	— 147		5		304			18
7		— 99		$5\frac{1}{4}$		282	63	
8	— 176		$7\frac{1}{2}$		356			19
9		— 72		$5\frac{1}{4}$ neg.		282	32	
10	— 168		$5\frac{1}{4}$		329			
11		— 105		8		339		
12	— 173		2		356			
13		— 82		$12\frac{1}{2}$ neg.		302		29
14	— 214		$\frac{1}{2}$ neg.		465			
15		— 89		4 neg.		400		
16	— 157		$14\frac{3}{4}$		401			
17		— 35		8 neg.		288		50 (ganz leicht)
18	— 116		$\frac{1}{2}$ neg.		363			
19		— 83		4		347		
20	— 149		11		351			
21		— 94		2		290		23
22	— 169		$4\frac{1}{2}$		357			
23		— 121		$9\frac{1}{2}$		377		
24	— 204		$3\frac{3}{4}$		373			
25		— 150		$4\frac{1}{2}$		364		
26	— 208		$\frac{3}{4}$		386			
27		— 91		9		328		

Tab. XXV. Versuchsperson V. $2\frac{1}{2}$jähr. Knabe. Tafel IV. Fig. 13.

Nr. des Schritts	Abstand von der Direktionslinie in Mm.		Winkel mit der Direktionslinie		Schrittlänge in Mm.	
	L.	R.	L.	R.	L.	R.
0						
1	+ 10		$7\frac{1}{2}$ neg.		210	
2		+ 52		$3\frac{1}{4}$ (n)		271
3	— 52		23		239	
4		— 210		$44\frac{3}{4}$ (n)		210
5	— 425		30		53	
6		— 215		15		243
7	— 104		$18\frac{1}{4}$		367**	
8		— 125		$3\frac{3}{4}$ (n)		387
9	— 265		$16\frac{1}{2}$		312	
10		— 169		$14\frac{1}{2}$		303
11	— 175		$4\frac{1}{2}$		346	
12		— 226		11		395
13	— 344		$3\frac{1}{4}$		329	
14		— 242		22		321
15	— 262		4		372	
16		— 140		19		345
17	— 175		12		365	
18		— 105		$12\frac{1}{2}$		338
19	— 181		$10\frac{1}{2}$		333	
20		— 117		$17\frac{1}{4}$		318
21	— 140		$22\frac{1}{2}$ (n)		327	
22		— 88		$14\frac{1}{4}$		396
23	+ 52		$6\frac{1}{2}$ (n)		347	
24		+ 222		$3\frac{1}{4}$		336
25	+ 96		$7\frac{1}{4}$		329	
26		+ 162		1 (n)		318
27	+ 83		1		293	

Tab. XXVI. 70jähriger Greis. VI. Tafel IV. Fig. 14.

Nr. des Schritts	Abstand L.	Abstand R.	Winkel L.	Winkel R.	Schrittlänge L.	Schrittlänge R.
0	— 81	+ 133	6 neg.	3		
1	— 73		$\frac{1}{2}$		540	
2		+ 143		8		658
3	+ 6		8		650	
4		+ 164		$12\frac{1}{2}$		669
5	+ 50		$9\frac{1}{2}$		668	
6		+ 155		12		639
7	+ 11		$10\frac{3}{4}$		614	
8		+ 98		$9\frac{1}{2}$		671
9	— 69		3		604	
10		+ 66		17		615
11	+ 18		$6\frac{1}{2}$		608	
12		+ 186		$6\frac{1}{4}$		532

**) Die durchschnittliche Schrittlänge wurde erst vom VIIten Schritt an berechnet.

Tab. XXVII. Luxatio iliaca congenita sinistra. VII. 1.

Nr. des Schritts	Abstand von der Direktionslinie in Mm.		Winkel mit der Direktionslinie		Schrittlänge in Mm.	
	L.	R.	L.	R.	L.	R.
0	— 43	+ 52	30	19		
1	— 64		20		288	
2		+ 52		18		411
3	— 60		20		502	
4		+ 47		18½		529
5	— 27		19		560	
6		+ 32		18		552
7	— 84		19½		554	
8		+ 32		17		514
9	— 73		20½		489	
10		+ 33		20½		497
11	— 66		20		517	
12		+ 38		20½		482
13	— 73		21½		502	
14		+ 48		20		444
15	— 68		15½		504	
16		+ 14		22½		480
17	— 41		21		554	
18		+ 22		20½		488
19	— 61		18½		456	

Tab. XXVIII. Luxat. iliac. VII. 2.

Nr. des Schritts	Abstand L.	Abstand R.	Winkel L.	Winkel R.	Schrittlänge L.	Schrittlänge R.
0	— 23	+ 46	33½	24		
1	— 53		23		342	
2		+ 46		20		511
3	— 19		20		565	
4		+ 53		22		585
5	— 27		15½		550	
6		+ 22		22		599
7	— 43		16½		600	
8		+ 56		24		555
9	— 35		20		555	
10		+ 48		24½		577
11	— 34		18		547	
12		+ 42		22		581
13	— 39		22		559	
14		+ 28		26½		569
15	— 12		23½		603	
16		+ 33		23		560
17	— 40		21½		446	

Tab. XXIX. Anchylosis artic. genu sinist. VIII. 1. Taf. IV. Fig. 15.

Nr. des Schritts	Abstand L.	Abstand R.	Winkel L.	Winkel R.	Schrittlänge L.	Schrittlänge R.
0	— 35	+ 90	23	17½		
1	— 55		19½		467	
2		+ 74		5½		612
3	— 24		23½		665	
4		+ 88		4½		610
5	— 3		25½		689	

Nr. des Schritts	Abstand von der Direktionslinie in Mm.		Winkel mit der Direktionslinie		Schrittlänge in Mm.	
	L.	R.	L.	R.	L.	R.
6		+ 76		3		702
7	— 20		26½°		709	
8		+ 84		4		638
9	— 24		26½		674	
10		+ 61		6½		669
11	— 19		26¾		668	
12		+ 78		3½		654
13	— 18		30		666	

Tab. XXX. Anchyl. artic. genu sin. VIII. 2. Tafel IV. Fig. 16.

Nr. des Schritts	Abstand L.	Abstand R.	Winkel L.	Winkel R.	Schrittlänge L.	Schrittlänge R.
0	— 89	+ 47	19½	11¼		
1	— 47		25¾		584	
2		+ 46		5¼		676
3	— 46		27¼		730	
4		+ 50		5¾		650
5	— 27		27		706	
6		+ 34		6		689
7	— 42		28½		696	
8		+ 72		10		611
9	— 22		30¼		681	
10		+ 74		6¾		631
11	— 3		29		704	
12		+ 65		6½		661
13	— 7		30½		643	

Tab. XXXI. Amputatio femoris dextr. (Rechts Krücke). Versuchsperson XI. Tafel IV. Fig. 17.

Nr. des Schritts	Abstand L.	Abstand R.	Winkel L.	Winkel R.	Schrittlänge L.	Schrittlänge R.
0	— 65	+ 176	1			
1	— 40		6½		477	
2		+ 129				473
3	— 111		3½ (n)		284	
4		+ 94				472
5	— 126		6¼ (n)		323	
6		+ 95				529
7	— 111		5 (n)		337	
8		+ 88				550
9	— 62		5½		359	
10		+ 108				490
11	— 122		5¾ (n)		345	
12		+ 96				507
13	— 177		3 (n)		333	
14		+ 90				526
15	— 79		2		341	
16		+ 97				515
17	— 129		1½ (n)		301	
18		+ 94				452
19	— 107		3		265	
20		+ 115				377

Tab. XXXII. Amputatio utriusque cruris. X. Rechts künstlicher Fuss, links Stelzfuss. Tafel V, Fig. 18.

Nr. des Schritts	Abstand von der Direktionslinie in Mm.		Winkel mit der Direktionslinie		Schrittlänge in Mm.	
	L.	R.	L.	R.	L.	R.
0	— 233	+ 149		17°		
1		+ 169		$6\frac{1}{4}$		344
2	— 179				441	
3		+ 161		$4\frac{3}{4}$		388
4	— 168				509	
5		+ 175		2 neg.		400
6	— 168				488	
7		+ 135		$5\frac{1}{2}$		443
8	— 185				478	
9		+ 123		2		495
10	— 204				513	
11		+ 142		4		426
12	— 172				469	
13		+ 168		$2\frac{3}{4}$		379
14	— 112				529	
15		+ 181		∞		460
16	— 177				341	
17		+ 149		$7\frac{1}{4}$		432
18	— 104				554	
19		+ 175		1		476
20	— 185				400	

Tab. XXXIII. Meningitis spinalis. XI. 1. Tafel V. Fig. 19 a.

Nr. des Schritts	Abstand L.	Abstand R.	Winkel L.	Winkel R.	Schrittlänge L.	Schrittlänge R.
0	— 78	+ 64	$15\frac{3}{4}$°	19°		
1		+ 93		$12\frac{1}{4}$		411
2	— 39		$15\frac{3}{4}$		356	
3		+ 66		$3\frac{3}{4}$		423
4	— 83		14		411	
5		+ 116		$7\frac{3}{4}$		379
6	— 29		$12\frac{3}{4}$		457	
7		+ 140		$5\frac{1}{4}$		453
8	— 49		15		483	
9		+ 131		3		452
10	— 29		20		535	
11		+ 139		7		447
12	— 9		$15\frac{1}{2}$		574	
13		+ 133		$5\frac{1}{4}$		406
14	— 42		20		560	
15		+ 62		$4\frac{1}{4}$		489
16	— 114		$13\frac{1}{4}$		541	
17		+ 66		$11\frac{1}{4}$		491
18	— 58		$11\frac{1}{2}$		525	

Tab. XXXIV. Meningitis spinalis. XI. 2. Tafel V. Fig. 19 b.

Nr. des Schritts	Abstand von der Direktionslinie in Mm.		Winkel mit der Direktionslinie		Schrittlänge in Mm.	
	L.	R.	L.	R.	L.	R.
0	— 3	+ 125	13⁰	7⁰		
1		+ 91		7½		493
2	— 30		14½		568	
3		+ 46		2¾		539
4	— 34		16½		633	
5		+ 20		8½		597
6	— 56		12		624	
7		+ 25		7		659
8	— 44		13		654	
9		+ 69		6¾		640
10	— 31		14¼		659	
11		+ 29		9		643
12	— 40		13¼		638	
13		+ 27		9¾		655
14	— 83		10¼		576	
15		+ 68		13½		484
16	— 110		15¼		202	

Tab. XXXV. Tabes dorsualis. XII. Tafel V. Fig. 20.

Nr. des Schritts	Abstand von der Direktionslinie in Mm.		Winkel mit der Direktionslinie		Schrittlänge in Mm.		Schleifen	
	L.	R.	L.	R.	L.	R.	L.	R.
0	— 83	+ 132	12½⁰	11⁰				
1		+ 194		6½		172		
2	— 32		6½		325		90	
3		+ 192		8		336		
4	— 61		18½		313			
5		+ 171		7½		366		
6	— 53		22½		394		112	
7		+ 89		11		452		46
8	— 93		18		484			
9		+ 90		5		432		
10	— 63		14½		497			
11		+ 104		12		407		60
12	— 146		15½		451		45 (35)	
13		+ 112		17		334		29 (45)
14	— 119		14½		470		65	
15		+ 64		14½		409		32 (80)
16	— 113		14		459		75	
17		+ 74		14		487		
18	— 151		16		477		45	
19		+ 18		16		453		34 (58)
20	— 138		11		542			
21		+ 103		11		331		18

Tab. XXXVI. Tabes dorsualis. Versuchsperson XIII. Tafel V. Figur 21.

Nr. des Schritts	Abstand von der Direktionslinie in Mm.		Winkel mit der Direktionslinie		Schrittlänge in Mm.	
	L.	R.	L.	R.	L.	R.
0	— 143	+ 47	22°	$24\frac{1}{2}$°		
1	— 171		$20\frac{1}{4}$		407	
2		+ 83		19		280
3	— 187		$33\frac{1}{2}$		118	
4		— 6		$18\frac{1}{4}$		345
5	— 202		$29\frac{1}{2}$		207	
6		— 33		$40\frac{1}{4}$		406
7	— 187		12		191	
8		— 41		$26\frac{1}{4}$		296
9	— 154		$26\frac{1}{2}$		245	
10		— 34		$24\frac{3}{4}$		356
11	— 181		$27\frac{1}{2}$		280	
12		— 78		$20\frac{1}{2}$		317
13	— 212		$14\frac{1}{2}$		246	
14		— 96		$29\frac{1}{4}$		397
15	— 176		20		250	
16		— 40		$24\frac{1}{2}$		389
17	— 202		15		203	
18		— 97		31		363
19	— 226		$14\frac{3}{4}$		264	
20		— 41		$37\frac{1}{2}$		362
21	— 151		$23\frac{3}{4}$		243	
22		+ 23		31		394
23	— 188		31		181	
24		— 37		$34\frac{3}{4}$		352
25	— 162		$32\frac{1}{2}$		193	
26		— 75		18		476
27	— 180		56		195	

Tab. XXXVII. Breitspurig spastischer Gang. Versuchsperson XIV. Tafel VII. Fig. 22.

Nr. des Schritts	Abstand L.	Abstand R.	Winkel L.	Winkel R.	Schrittlänge L.	Schrittlänge R.
0	— 79	+ 113	$33\frac{1}{2}$	$24\frac{1}{2}$	*	*
1		+ 142		$13\frac{1}{2}$		158
2	— 110		$24\frac{1}{2}$		374	
3a		+ 128		$13\frac{1}{2}$		402
3b		+ 96		54		190
3c		+ 132		42		136
4	— 117		20		483	
5		+ 134		24		215
6	— 115		29		433	
7		+ 114		19		322
8	— 111		$27\frac{1}{2}$		334	
9		+ 100		$15\frac{3}{4}$		342

*) Die Schrittlänge ist gemessen je auf einer Seite von Schritt zu Schritt. (cf. pag. 86.)

Nr. des Schritts	Abstand von der Direktionslinie in Mm.		Winkel mit der Direktionslinie		Schrittlänge in Mm.	
	L.	R.	L.	R.	L.	R.
10	— 131		25¼		354	
11		+ 111		16½		326
12	— 111		25½		336	
13		+ 108		18		358
14	— 122		28½		179	
15		+ 118		11½		184
16	— 109		25½		367	
17		+ 112		14		387
18	— 95		28		390	
19		+ 141		18½		320
20	— 101		28		262	
21		+ 134		27		220
22	— 91		31		210	
23		+ 145		25½		255
24	— 69		32½		208	
25		+ 145		26½		224
26	— 105		28½		235	
27		+ 108		24¼		214
28	— 101		28½		243	
29		+ 107		33½		223
30	— 112		30½		155	
31a		+ 105		29		148
31b		+ 95		46		151
32	— 95		24		228	
33		+ 113		24½		147
34	— 79		24½		354	
35		+ 155		29½		319
36	— 57		26		242	
37		+ 163		22		270
38	— 52		25½		295	
39		+ 153		18		319
40	— 75		25		292	
41		+ 144		23		207
42	— 88		24½		309	
43		+ 163		11½		448
44	— 100		19½		501	
45		+ 161		10		523
46	— 85		20¼		513	
47		+ 142		14		469
48	— 98		26		421	
49		+ 151		15½		358
50	— 82		28		275	
51		+ 160		12		345

Tab. XXXVIII. Breitspurig ataktischer Gang. Versuchsperson XV. Tafel VII, Fig. 23.

Nr. des Schritts	Abstand L.	Abstand R.	Winkel L.	Winkel R.	Schrittlänge L.	Schrittlänge R.
0	+ 107	+ 247	28	24¼		
1	+ 9		15¼		209	
2		+ 164		19¼		349
3	— 55		17¾		322	
4		+ 129		23½		430
5	— 72		10¼		370	

Nr. des Schritts	Abstand von der Direktionslinie in Mm.		Winkel mit der Direktionslinie		Schrittlänge in Mm.	
	L.	R.	L.	R.	L.	R.
6		+ 140		$28\frac{1}{2}$		332
7	— 92		11		344	
8		— 37		36		500
9	— 128		$8\frac{1}{2}$		497	
10		+ 143		$26\frac{3}{4}$		349
11	— 113		$15\frac{1}{2}$		340	
12		+ 80		28		360
13	— 124		14		382	
14		+ 83		$28\frac{1}{2}$		345
15	— 86		$9\frac{1}{4}$		340	
16		+ 104		$29\frac{1}{4}$		395
17	— 83		$3\frac{1}{4}$		391	
18		+ 100		$27\frac{1}{4}$		436
19	— 49		$10\frac{1}{2}$		453	
20		+ 15		$15\frac{3}{4}$		485
21	— 225		$10\frac{3}{4}$		356	
22		+ 41		28		380
23	— 124		$12\frac{1}{2}$		332	

Tab. XXXIX. Schmalspuriger, partiell uncoordinirter Gang mit sehr grosser Spreizweite XVI. Tafel VII. Fig. 24.

Nr. des Schritts	Abstand von der Direktionslinie in Mm.		Winkel mit der Direktionslinie		Schrittlänge in Mm.		Krücken	
	L.	R.	L.	R.	L.	R.	R.	L.
0	— 116	+ 16	5^{0}	$16\frac{1}{2}^{0}$			222	320
1		+ 126		$5\frac{1}{2}$		380		
2	— 176		3		446		480	
3		+ 163		$18\frac{1}{4}$		575	389	
4	— 113		$13\frac{3}{4}$		406		404	
5		+ 159		$19\frac{1}{2}$		504	464	
6	— 107		$5\frac{1}{2}$		421		395	
7		+ 162		$11\frac{1}{2}$		482	457	
8	— 134		$14\frac{1}{2}$		461		369	
9		+ 174		$15\frac{3}{4}$		491	390	
10	— 123		14		482		356	
11		+ 138		$12\frac{1}{4}$		457	454	
12	— 137		10		411		430	
13		+ 150		$6\frac{1}{4}$		495	346	
14	— 158		$15\frac{1}{2}$		444		424	
15		+ 113		$10\frac{1}{2}$		424	376	
16	— 127		12		429		432	
17		+ 137		$10\frac{1}{2}$		428	377	
18	— 165		$7\frac{1}{2}$		427		465	

Tab. XL. Schmalspurig atactischer Gang mit mittelgrosser Spreizweite. Versuchsperson XVI. Tafel VII. Fig. 25.

Nr. des Schritts	Abstand von der Direktionslinie in Mm.		Winkel mit der Direktionslinie		Schrittlänge in Mm.		Schleifen	
	L.	R.	L.	R.	L.	R.	L.	R.
0	— 76	+ 80	8½° neg.	2½°				
1		+ 130		5		400		
2	— 86		32½		239			
3		+ 94		11		239		19 (11)
4	— 55		4½		367		19	
5		+ 107		8½		223		
6	— 67		1		340		49	
7		+ 62		5½		400		
8	— 69		3		397			
9		+ 106		6		238		
10	— 5		6½		363		110	
11		+ 74		1		332		
12	— 146		1		336		40 (42)	
13		+ 21		4		395 (zittert)		
14	— 167		3½ (n)		178	(zittert)	29	
15		+ 86		½		318 (zittert)		
16	— 176		9		63	(zittert)		
17		+ 30		4		283 (zittert)		
18	— 196		2		195		22	
19		+ 35		1¾		462		
20	— 173		6½		267		63	
21		+ 19		½ (n)		327		
22	— 144		6		374		100	
23		+ 47		2¼		186		
24	— 142		8½		141		63	
25		+ 81		9 (n)		403		18
26	— 272		8		329		47 (64)	
27		+ 123		4½		161		19
28	— 331		1½ (n)		306		28	

Tab. XLI. Schmalspurig ataktischer Gang mit normaler Spreizweite. Versuchsperson XVIII. Tafel VII. Fig. 26.

Nr. des Schritts	Abstand von der Direktionslinie in Mm.		Winkel mit der Direktionslinie		Schrittlänge in Mm.		Krücken	
	L.	R.	L.	R.	L.	R.	L.	R.
0	— 82	+ 68	10°	26½°			328	350
1		+ 88		4½		384		
2	— 91		25¼		353			
3		+ 66		18		367	371	
4	— 59		23½		374		355	
5		+ 70		12		394	378	
6	— 46		24¾		388		355	
7		+ 42		15¼		397	360	
8	— 82		22½		394		366	
9		+ 48		18		427	367	
10	— 81		21¾		404		327	

Nr. des Schritts	Abstand von der Direktionslinie in Mm.		Winkel mit der Direktionslinie		Schrittlänge in Mm.		Krücken
	L.	R.	L.	R.	L.	R.	R. L.
11		+ 29		16¾		415	355
12	— 87		21¾		397		383
13		+ 2		15		377	365
14	— 93		24¾		384		405
15		+ 9		13¼		447	342
16	— 90		20		446		414
17		+ 25		18		379	329
18	— 58		20¼		449		377
19		+ 23		18¼		378	385
20	— 69		20		390		385
21		+ 14		16¼		333	374
22	— 104		16½		353		397

Tabelle XLII.

Durchschnittswerthe u. s. w. der Tabellen 1—41.

	Mittlere Schrittlänge in Mm. bezogen auf die Direktionslinie				Länge des ersten Schritts Min.	Länge des lezten Schritts Min.
	L. (a)	R. (b)	Vergleichung von a u. b, die kleinere Schrittlänge = 1000		ersten	lezten
I, 1	737*	693	1064		597	704
2	641*	629	1019		507	527
3	625*	588	1063		386	459
4	646*	601	1075		505	481
5	578*	524	1103		387	455
6	629*	612	1027		362	626
7	621*	630,4		1014	420	641
8	509*	463	1099		290	451
9	675*	640	1050		485	713
10	614	610,8*	1006		426	407
11	648*	593,8	1091		444	605
12	679,6*	621	1094		579	618
auf d. Zehen 14	560*	516,4	1084		253	628
rückwärts { 15	433*	414	1046		403	272
rückwärts { 16	435,8	486,6*		1116	440	348
Sprunglauf { 17	942,5*	857	1099		466	766
Sprunglauf { 18	849*	748,2	1135		671	841
mit verbundenen Augen { 20	515*	479	1075		376	356
mit verbundenen Augen { 21	524*	510	1027		458	425
II, 1	632*	626	1009		484	599
2	602	616*		1023	492	422
3	656,6	680,4*		1036	578	614
III,	638	625*	1021		551	478
IV,	359	323,8*	1109		209	328
V,	342,7*	345,7		1009	(210)	293
VI,	628,8*	650,4		1034	540	532
VII, 1	523*	486	1076		288	456
VII, 2	594*	567	1048		342	446
VIII, 1	681*	647	1052		467	666
2	703,4*	653	1080		584	643
IX,	320,9*	500,4		1558	477	377
X,	480	435*	1109		344	400
XI, 1	489,6	442,5*	1106		411	525
2	614,6	602,4*	1020		493	202
XII	441	408,9*	1079		172	331
XIII	218,4*	364,1	1667		—	195
XIV	208,0	107,3*	1938		158	125
XV	380,5*	399,1		1048,8	209	332
XVI	437,5	482*		1101,7	380	427
XVII	277	305*		1105	400	306
XVIII	397,9	391,4*	1017		384	353

* bedeutet, dass die betreffende Extremität zuerst vorgesezt wurde.

Tabelle XLII.

Durchschnittswerthe u. s. w. der Tabellen 1—41.

Grösste Schrittlänge eines Beines; die kleinste = 100		Mittlere seitliche Spreizweite der Ferspunkte beider Füsse in Mm.	Extreme der seitlichen Spreizweite beider Ferspunkte		
			absolute Werthe in Mm.		Maximum (Minimum = 100)
L.	R.		Minimum	Maximum	
111	115	68	19	92	484
121	114	61	38	77	203
126	121	75	57	101	177
108	118	97	63	141	224
108	134	102	80	138	172
119	118	79	55	111	200
119	121	62,7	40	95	237
140	147	136	102	150	147
106	104,5	118,9	91	152	167
110,4	111,3	94,3	51	134	263
112,8	116,4	70,5	46	95	206
107,5	115,8	63,4	24	107	445
126	172	107,2	62	147	237
184	124	134	100	171	171
136,7	125,8	64,3	23	113	491
111,6	130,8	54,6	4	110	2750
117,9	146,6	62,5	12	105	875
141	143	115	70	164	234
155	135	117	61	184	302
111	109	111	94	125	119,1
112	116	106	87	137	157,5
121	108,7	27,3	1	50	5100
122	109	74	55	106	193
161,5	141,8	74,8	33	132	400
119	130	78,8	6	170	2833
110,6	109	131,1	48	216	450
115	134	98	55	121	220
110	116	73	40	99	247,5
106,6	115	98,1	79	129	155
107	112,7	76,7	61	114	187
135,4	121,7	209	150	273	182
162	130	319,4	253	358	141
161,2	129,3	147,5	105	189	180
116	136	87,8	60	121	201
173	145,8	201,1	153	253	165
—	170	150,3	80	270	337
—	—	228,3	192	252	131
154,3	150,6	183,6	55	271	490,9
118,7	118,8	283,2	240	339	141
630	286,9	177,5	79	221	279
127,2	134,2	111,7	81	179	221

Tabelle XLII.

Durchschnittswerthe u. s. w. der Tabellen 1—41.

Winkel zwischen den Längsachsen beider Füsse				Durchschnittliche seitliche Abweichung der Ferspunkte desselben Fusses im Doppelschritt in Mm.		
	Extreme					
Mittelwerth	Minimum	Maximum	Maximum (Minimum = 100)	L.	R.	Mittel beider Werthe
27°	24°	31°	129	20,4	21,0	20,7
32,1	26	39	150	19,1	27,5	23,6
32,7	39	28	140	10,7	17,0	13,8
28,3	17	33	182	10,2	13,3	11,7
31,8	26,0	34,5	133	13,4	8,9	11,2
34,7	29,0	37,5	129	18	9	13,5
32,9	27,75	38,5	139	10,4	17,2	13,8
32,7	29,5	36,5	124	10,6	11,7	11,2
28,6	23,75	34	143	15,8	13,75	14,8
29,3	22,25	34,75	156	24,8	27,8	26,3
35,0	30	38,5	128	17	19,0	18,0
33,17	26,5	39,0	147	10,4	14,8	12,6
14,4	9	18	200	6,4	12,8	9,6
33,4	24,5	38	175	17,1	16,1	16,6
30,29	22,25	39,5	177	17,1	24,1	20,6
30,87	25	38	152	53,25	22,0	37,6
29,78	22,75	37,5	164,8	43,5	38,3	40,9
31,3	20,0	37,5	187	42	42,5	42,2
31,3	27,7	37,0	133	58,9	62,0	60,4
41,4	38,0	46,0	121	14,2	8,8	11,5
42,1	36,0	47,7	132,6	23,5	14,1	9,4
—	—	—	—	14,5	41,0	27,7
41,8	32,5	49,5	152	13,2	8,5	10,8
6,8	— 13	17,5	—	26,0	28,5	27,7
16,1	— 8,25	31	—	96,9	75,5	86,2
18,75	8,5	23,5	276	63,4	29,7	46,5
39,0	35,5	43,5	122	21,4	9,75	15,57
42,6	37,5	50	133	14,8	15,0	14,9
29,7	25	33,25	133	15,6	14,8	15,2
33,9	28,5	40,25	141	14,8	13,8	14,3
—	—	—	—	48,3	11,37	29,5
—	—	—	—	34,6	21,1	27,8
21,78	18	28	155	27,57	24,87	31,22
21,14	17,25	19	145	17,16	29,0	23,08
25,8	13	33,5	258	30,4	26,9	28,65
50,9	35	69,75	199	30	38,1	34,0
47,17	29,5	68	230	13,5	13,0	13,25
36,6	26,25	47	179	41,4	60,5	50,9
24,78	8,5	33,25	391	24,7	20,6	22,6
9,58	— 3	43,5	—	40,3	49,3	44,8
37,8	29,75	43,25	145	15,5	14,8	20,17

Tabelle XLII.

Durchschnittswerthe u. s. w. der Tabellen 1—41.

Schwankungen der seitlichen Abweichungen der Ferspunkte desselben Fusses im Doppelschritt in Mm.

Links			Rechts		
Minimum	Maximum	Differenz beider	Minimum	Maximum	Differenz
6	41	35	6	53	47
5	32	27	4	77	73
7	16	9	1	31	30
4	23	19	3	56	53
1	29	28	1	17	16
9	22	13	1	18	17
3	19	16	1	50	49
1	21	20	4	22	18
3	34	31	5	20	15
2	65	63	5	42	37
1	40	39	9	24	15
1	23	22	1	26	25
0	14	14	3	24	21
0	39	39	1	33	32
7	41	34	1	65	64
11	91	80	17	32	15
18	60	42	25	48	23
12	69	57	1	65	64
6	123	117	30	100	70
6	23	17	1	20	19
6	41	35	1	44	43
8	27	19	27	58	31
0	38	38	0	25	25
4	41	37	7	63	56
6	192	186	12	310	298
39	87	48	9	57	48
4	57	53	0	134	34
1	34	33	5	34	29
4	31	27	8	23	15
1	20	19	2	138	36
15	98	84	1	35	34
0	73	73	8	40	32
20	72	52	6	71	65
4	43	39	2	45	43
6	83	77	2	82	80
15	75	60	7	64	57
2	36	34	0	42	42
3	176	173	3	180	177
6	63	57	3	37	34
2	141	139	13	98	85
1	36	35	2	31	29

Tabelle XLII.

Durchschnittswerthe u. s. w. der Tabellen 1—41.

Verhältniss der seitlichen Abweichung der Ferspunkte desselben Fusses im Doppelschritt zur Länge des leztern.					
Durchschnittswerth				Winkelwerth der stärksten seitlichen Abweichung	
L.		R.			
Abweichung Doppelschritt = 1	Winkelwerth	Abweichung Doppelschritt = 1	Winkelwerth	L.	R.
0,014	0°49′	0,015	0°51′	1°34′	2°4
0,015	0°51′	0,022	1°16′	1°25′	4°
0,009	0°31′	0,014	0°50′	0°47′	1°34′
0,008	0°30′	0,0106	0°35′	1°	1°15′
0,012	0°40′	0,008	0°27′	1°25	0°55′
0,014	0°50′	0,007	0°25′	1°5′	0°50′
0,009	0°31′	0,013	0°45′	0°48′	2°24′
0,012	0°41′	0,011	0°38′	1°6′	1°13′
0,012	0°41′	0,010	0°35′	1°28′	0°52′
0,020	1°9′	0,023	1°19′	2°53′	1°45′
0,0137	0°47′	0,015	0°53′	1°51′	1°5′
0,0079	0°28′	0,0113	0°39	1°1′	1°7′
0,006	0°20′	0,012	0°41′	0°41′	1°22′
0,018	1°3′	0,019	1°5′	2°21′	2°26′
0,0184	1°3′	0,0259	1°29′	2°22′	4°33′
0,0296	1°42′	0,0119	0°41	3°12	1°1′
0,0272	1°35′	0,0233	1°20′	2°9′	1°36
0,042	2°25′	0,043	2°30′	3°32′	4°35
0,057	3°16′	0,068	3°54′	6°10′	5°50′
0,011	0°38′	0,007	0°25′	1°5′	0°53′
0,022	1°76′	0,013	0°45′	1°47	2°11′
0,0106	0°37′	0,0307	1°46′	1°10′	2°32′
0,0103	0°35′	0,007	0°25′	1°40′	1°5′
0,038	2°9′	0,042	2°25′	3°36′	6°3′
0,1407	8°1′	0,1097	6°17′	—	—
0,0495	2°50′	0,0237	1°20	4°5′	2°32′
0,021	1°13′	0,009	0°31′	2°55′	1°59′
0,013	0°45′	0,013	9°45′	1°49′	1°40′
0,012	0°41′	0,011	0°38′	1°9′	0°59
0,0109	0°38′	0,0102	0°35	0°53	1°40′
0,0588	3°22′	0,0136	0°47′	6°28′	2°39′
0,0379	2°10′	0,0231	1°20′	4°14′	2°27′
0,0398	2°17′	0,0267	1°32′	4°	3°52′
0,0135	0°46′	0,0237	1°21′	2°	2°19
0,037	2°10	0,032	1°50′	5°10′	5°10′
0,0524	3°	0,0647	3°42′	7°4′	5°44′
0,0422	2°25′	0,0405	2°20′	16°20′	17°30′
0,0532	3°3′	0,0775	4°26′	1°49′	2°1′
0,0267	1°32′	0,0224	1°17′	3°40′	2°5′
0,067	3°50	0,078	4°28	11°55	10°13′
0,0194	1°7′	0,0189	1°5′	2°36′	2°17′

Tabelle XLII.

Durchschnittswerthe u. s. w. der Tabellen 1—41.

Position des lezten Schrittes im Vergleich mit der Ausgangsstellung					
tliche Abchung des ersprunkts es lezten rittes vnm spnnkt der gangsstelg in Mm.	Länge des zurückgelegten Weges in Mm.	Entsprechender Winkelwerth			
+ 132	9148	+ 49′	I, 1		
+ 68	9381	+ 25′	2		
+ 13	9340	+ 5′	3		
— 5	9072	— 2′	4		
— 41	9082	— 15′	5		
+ 51	8492	+ 21′	6	Norm	
+ 16	8100	+ 7′	7		
+ 4	8518	+ 2′	8	Taf. I, Fig. 1.	
— 13	7778	— 6′	9		
— 36	8799	— 15′	10		Autor
— 99	7258	— 46′	11	Tafel I, Fig. 2.	
— 58	8321	— 24′	12	» I, Fig. 5.	
+ 4	8451	+ 2′	14	auf den Zehen Fig. 3.	
+ 4	9146	+ 1′	15	rückwärts Taf. II, Fig. 7.	
— 35	8603	— 14′	16		
— 59	8430	— 24′	17	Sprunglauf Taf. II, Fig. 8.	
+ 34	7901	+ 15′	18	Taf. III, Fig. 9.	
+ 311	9165	+ 1°57′	20	Augen verbunden	
+ 511	8117	+ 3°35	21		
— 24	8628	— 0°10′	II, 1	Männl. 62 Jahr	
— 35	8455	— 0°14′	2		
— 79	7877	— 0°35′	3	Taf. III, Fig. 11.	
— 41	9257	— 0°15′	III	Weibl. 33 J.	
— 112	9089	— 0°41′	IV	$4\frac{1}{2}$j. Knabe Fig. 12.	
+ 73	8213	+ 0°32′	V	$2\frac{1}{2}$j. » Taf. IV, Fig. 13.	
+ 53	7468	+ 0°25′	VI	70j. Mann Taf. IV, Fig. 14.	
— 18	9323	— 0°7′	VII, 1	Luxat. iliac. congen. dextra	
— 17	9304	— 0°6′	2		
+ 17	8473	+ 0°71′	VIII, 1	Anchylos. artic. genu sin. Taf. IV, Fig. 15.	
+ 82	8662	+ 0°33′	2	Taf. IV, Fig. 16.	
— 61	8246	— 0°24′	IX	Amput. fem. dextri. Krücke. Taf. IV, Fig. 17.	
— 48	8693	— 0°49′	X	» utr. cruris. L. Stelzf., R. künstl. F. Taf. V, Fig. 18.	
+ 20	8393	+ 0°8′	XI, 1	Meningitis spinalis Taf. V, Fig. 19a.	
— 107	9264	— 0°36′	2	Taf. V, Fig. 19b.	
— 29	8591	— 0°40′	XII	Breitspurig-schleudernder Gang Taf. V, Fig. 20.	
— 37	7956	— 0°16′	XIII	» » » Taf. V, » 21.	
+ 47	8183	+ 0°20′	XIV	» spastischer Gang Taf. VI, » 22.	
— 231	8697	— 1°31′	XV	» ataktischer » Taf. VI, » 23.	
— 49	8163	— 0°21′	XVI	Schmalspuriger, partiell uncoordinirter Gang Fig. 24.	
— 255	8262	— 1°34′	XVII	Schmalspurig-ataktischer Gang Taf. VI, Fig. 25.	
— 22	8630	— 9′	XVIII	Taf. VI, Fig. 26.	

Vorbemerkungen zu Tabelle 43—76.

Tab. 43—76 enthält die zeitlichen Verhältnisse des Gehens. Die Anordnung ist so getroffen, dass alle Tabellen mit gleicher Nummer zu einem und demselben Versuche gehören. In der Regel (mit nur ganz wenigen Ausnahmen) entsprechen jedem einzelnen Versuche 3 Tabellen; die erste, mit a bezeichnete, enthält für jeden Schritt die direkt aus dem Versuche und der Registrirung auf die Kymographiontrommel zu entnehmenden Zeitwerthe, wie sie für jedes Bein, für Ferse und Ballen gesondert, aufgezeichnet werden (cf. pag. 105 und 106). Diese vom Beginn des Gehens an gerechneten Werthe stellen somit die Chronologie der Schritte und Schrittphasen eines jeden Einzelversuches dar. Die zweite Reihe von Tabellen, mit b bezeichnet, gibt, für den einzelnen Schritt und dessen Phasen, die aus den ursprünglichen Werthen abgeleiteten absoluten Zeitmasse, soweit sie für die Charakteristik des Gehens in Betracht kommen. Die aus den Einzelwerthen der Schritte resultirenden End- und Durchschnittswerthe sind in den mit c bezeichneten Tabellen niedergelegt, wobei der erste und lezte Schritt, wenn er von den übrigen allzusehr differirte, nicht mit in Rechnung genommen wurde.

In Tabelle 43^c bis 50^c ist die mittlere Dauer des Doppelschritts nicht bloss, wie gewöhnlich, je von Aufsezen zu Aufsezen der Ferse, also von a des einen zu a des übernächsten Schrittes (s. pag. 107), sondern auch aus den übrigen Rubriken der chronologischen Tabellen berechnet, also von Abheben zu Abheben der Ferse, c—c des übernächsten Schrittes, etc.

Uebersicht über die Versuchspersonen und Tabellen.

I. Verfasser.

Tab. 43—47 Gehen mit verschiedener Geschwindigkeit.
» 48, 49 Sprunglauf.
» 50 Rückwärtsgehen.
» 51 Polka } Tanzen.
» 52 Galoppade } Tanzen.
» 53 Ein einzelner Sprung, mit beiden Beinen gleichzeitig beabsichtigt.
» 54 Einzelne Sprünge.

II. 45j. Mann.
55—57 Gehen mit verschiedener Geschwindigkeit.

III. 10j. Knabe. Tab. 58.

IV. 2 J. 10 Monate alter Knabe. Tab. 59.

V. 2j. Mädchen. Tab. 60.

VI. Parademarsch. Tab. 61.

VII. 71j. Mann. Tab. 62.

VIII. 93j. Mann. Tab. 63.

IX. 38j. Arbeiter. Tab. 64, 65. Anchylosis articulat. genu sin.

X. 29j. Diener. » 66, 67. » » » dextr.

XI. 16j. Glasbläser. Tab. 68, 69. Amputatio femoris dextri. Krücke.

XII. 39j. Schneider. Tab. 70. Progressive Muskelatrophie.

XIII. 23j. Arbeiter. » 71, 72. Meningitis spinalis.

XIV. 39j. Bauer. Tab. 73. Tabes dorsualis.

XV. 10j. Mädchen. Tab. 74. Chorea minor.

XVI. 39j. Weib. Tab. 75. Hemiplegia sinistra.

XVII. 35j. Frau. Tab. 76. Lateralsclerose (?) — Spastischer Gang.

Zeitmessung der Einzelschritte vom Beginn des Versuchs an [1]).

Tab. 43ª. I a. (Verfasser.) Sehr langsam.

Nr. des Schritts	Links: Ferse abgehoben c	Links: Ferse aufgehoben a	Links: Fussspize aufgehoben d	Links: Ballen aufgesezt b	Nr. des Schritts	Rechts: Ferse abgehoben c	Rechts: Ferse aufgesezt a	Rechts: Fussspize abgehoben d	Rechts: Ballen aufgesezt b
1	0	0,75	0,15	0,82	2	0,63	2,18	1,25	2,33
3	1,91	3,49	2,55	3,57	4	3,36	4,74	3,95	4,91
5	4,50	6,17	5,27	6,22	6	6,08	7,43	6,56	7,63
7	7,22	8,65	7,89	8,73	8	8,52	9,85	9,09	9,99
9	9,76	11,10	10,30	11,13	10	11,00	12,38	11,59	12,50
11	12,27	13,67	12,91	13,74	12	13,63	14,98	14,20	15,10
13	14,84	16,24	15,48	16,30	14	16,14	17,54	16,75	17,65
15	17,29	18,81	17,97	18,84	16	18,74	20,07	19,22	20,19
17	19,89	21,32	20,58	21,33	—	—	—	—	—

Tab. 44ª. I b langsam.

Nr. des Schritts	Links: Ferse abgehoben c	Links: Ferse aufgehoben a	Links: Fussspize aufgehoben d	Links: Ballen aufgesezt b	Nr. des Schritts	Rechts: Ferse abgehoben c	Rechts: Ferse aufgesezt a	Rechts: Fussspize abgehoben d	Rechts: Ballen aufgesezt b
1	0	0,65	0,11	0,72	2	0,53	1,54	0,87	1,64
3	1,28	2,39	1,70	2,45	4	2,10	3,15	2,52	3,25
5	2,88	3,99	3,29	4,03	6	3,58	4,79	4,11	4,89
7	4,47	5,57	4,94	5,62	8	5,21	6,32	5,72	6,40
9	6,12	7,11	6,45	7,26	10	6,83	7,82	7,23	7,93
11	7,68	8,63	7,89	8,68	12	8,39	9,38	8,79	9,47
13	9,25	10,14	9,55	10,19	14	10,07	10,88	10,31	10,94

Tab. 45ª. I. c.

Nr. des Schritts	Links: Ferse abgehoben c	Links: Ferse aufgehoben a	Links: Fussspize aufgehoben d	Links: Ballen aufgesezt b	Nr. des Schritts	Rechts: Ferse abgehoben c	Rechts: Ferse aufgesezt a	Rechts: Fussspize abgehoben d	Rechts: Ballen aufgesezt b
1	0	0,59	0,13	0,66	2	0,48	1,24	0,69	1,26
3	0,94	1,78	1,32	1,89	4	1,63	2,43	1,85	2,45
5	2,23	2,98	2,48	3,09	6	2,81	3,59	3,05	3,61
7	3,30	4,24	3,66	4,26	8	3,81	4,79	4,24	4,81
9	4,44	5,36	4,86	5,41	10	5,05	6,02	5,45	6,02
11	5,79	6,61	6,10	6,57	12	6,33	7,27	6,69	7,27
13	7,10	7,86	7,36	7,99	14	7,72	8,49	7,84	8,47

Tab. 46ª. I. d.

Nr. des Schritts	Links: Ferse abgehoben c	Links: Ferse aufgehoben a	Links: Fussspize aufgehoben d	Links: Ballen aufgesezt b	Nr. des Schritts	Rechts: Ferse abgehoben c	Rechts: Ferse aufgesezt a	Rechts: Fussspize abgehoben d	Rechts: Ballen aufgesezt b
1	0	0,55	0,11	0,60	2	0,43	1,21	0,71	1,30
3	0,89	1,79	1,33	1,83	4	1,60	2,35	1,91	2,48
5	2,14	3,01	2,50	3,07	6	2,78	3,60	3,13	3,68
7	3,51	4,19	3,72	4,23	8	4,02	4,76	4,32	4,89
9	4,68	5,41	4,91	5,42	10	5,23	5,95	5,51	6,05
11	5,82	6,60	6,07	6,60	12	6,27	7,13	6,66	7,23
13	6,99	7,76	7,24	7,79	14	7,63	8,23	7,88	8,45

1) Die Werthe beziehen sich auf Zeitsecunden.

Tab. 47[a]. I. e. Schnellstes Gehen.

Nr. des Schritts	Links: Ferse abgehoben c	Links: Ferse aufgesetzt a	Links: Fussspize aufgehoben d	Links: Ballen aufgesetzt b	Nr. des Schritts	Rechts: Ferse abgehoben c	Rechts: Ferse aufgesetzt a	Rechts: Fussspize abgehoben d	Rechts: Ballen aufgesetzt b
1	0	0,54	0,08	0,56	2	0,34	0,95	0,58	0,99
3	0,72	1,37	0,97	1,39	4	1,15	1,77	1,38	1,83
5	1,54	2,19	1,78	2,22	6	1,98	2,58	2,19	2,63
7	2,36	3,03	2,59	3,04	8	2,76	3,43	3,03	3,48
9	3,18	3,87	3,44	3,91	10	3,63	4,29	3,88	4,33
11	3,99	4,82	4,36	4,69		—	—	—	—

Tab. 48[a]. I. f. Springen.

Nr. des Schritts	Links: Ferse abgehoben c	Links: Ferse aufgesetzt a	Links: Fussspize aufgehoben d	Links: Ballen aufgesetzt b	Nr. des Schritts	Rechts: Ferse abgehoben c	Rechts: Ferse aufgesetzt a	Rechts: Fussspize abgehoben d	Rechts: Ballen aufgesetzt b
1	0	0,51	0,07	0,52	2	0,27	0,92	0,54	0,96
3	0,61	1,32	0,84	1,33	4	1,03	1,68	1,20	1,73
5	1,40	2,12	1,56	2,11	6	1,79	2,46	1,95	2,49
7	2,17	2,89	2,34	2,89	8	2,56	3,25	2,68	3,29
9	2,96	3,65	3,12	3,67	10	3,35	4,01	3,56	4,05
11	3,76	4,55	4,06	4,59	—	—	—	—	—

Tab. 49[a]. I. g. Springen.

Nr. des Schritts	Links: Ferse abgehoben c	Links: Ferse aufgesetzt a	Links: Fussspize aufgehoben d	Links: Ballen aufgesetzt b	Nr. des Schritts	Rechts: Ferse abgehoben c	Rechts: Ferse aufgesetzt a	Rechts: Fussspize abgehoben d	Rechts: Ballen aufgesetzt b
1	0	0,61	0,05	0,59	2	?	0,96	0,60	0,99
3	0,71	1,34	0,88	1,31	4	1,02	1,64	1,19	1,66
5	1,36	2,01	1,49	1,99	6	1,71	2,31	1,81	2,35
7	2,04	2,66	2,16	2,67	8	2,34	2,93	2,52	2,97
9	2,72	3,28	2,85	3,28	10	3,04	3,52	3,19	3,59

Tab. 50[a]. I. h. Rückwärtsgehen.

Nr. des Schritts	Links: Ferse abgehoben c	Links: Ferse aufgesetzt a	Links: Fussspize aufgehoben d	Links: Ballen aufgesetzt b	Nr. des Schritts	Rechts: Ferse abgehoben c	Rechts: Ferse aufgesetzt a	Rechts: Fussspize abgehoben d	Rechts: Ballen aufgesetzt b
1	0	1,22	0,30	0,84	2	1,00	2,21	1,10	1,71
3	1,94	3,07	1,87	2,65	4	2,89	3,86	2,74	3,51
5	3,68	4,80	3,73	4,33	6	4,50	5,52	4,57	5,23
7	5,40	6,36	5,48	6,07	8	6,16	7,33	6,22	6,88
9	7,00	7,97	7,06	7,68	10	7,76	8,84	7,86	8,47
11	8,64	9,56	8,55	9,22	12	9,37	10,32	9,33	10,03
13	10,14	11,10	10,21	10,81	14	10,94	11,87	10,99	11,61
15	11,72	12,64	11,81	12,34	16	12,57	13,33	12,46	13,09
17	13,22	14,05	13,34	13,82	18	13,95	14,77	13,98	14,56
19	14,73	15,33	14,79	15,25	—	—	—	—	—

Tab. 51[a]. I. i. Polka.

Nr. des Schritts	Links: Ferse abgehoben c	Links: Ferse aufgesetzt a	Links: Fussspize aufgehoben d	Links: Ballen aufgesetzt b	Nr. des Schritts	Rechts: Ferse abgehoben c	Rechts: Ferse aufgesetzt a	Rechts: Fussspize abgehoben d	Rechts: Ballen aufgesetzt b
1	0	—	0,12	0,58	2	0,47	—	0,69	0,94
3	—		0,83	1,20	4		—	1,20	1,69
5	—		1,82	2,00	6		—	1,98	2,38
7	—		2,39	2,76	8		—	2,67	3,12
9	—		2,96	3,46	10		—	3,39	3,81
11	—		3,97	4,07	12		—	4,04	4,49

Nr. des Schritts	Links				Nr. des Schritts	Rechts			
	Ferse		Fuss-spize aufge-hoben	Ballen aufge-sezt		Ferse		Fuss-spize abge-hoben	Ballen aufge-sezt
	abge-hoben c	aufge-sezt a	d	b		abge-hoben c	aufge-sezt a	d	b
13	—		4,44	4,84	14			4,91	5,17
15	—		5,04	5,48	16			5,43	5,82
17	—		5,96	6,17	18			6,12	6,50
19	—		6,42	6,84	20			6,79	7,15
21	—		7,08	7,47	22			7,41	7,80
23	—		7,92	8,12	24			8,04	8,44
25	—		8,47	8,73	26			8,91	9,14
27	—		9,07	9,48	28			9,41	9,81
29	—		9,88	10,09	30			10,05	10,45

Tab. 52a. I. k. Galoppade.

Nr.	c	a	d	b	Nr.	c	a	d	b
1	—	—	0	0,51	2	—	—	0,57	0,82
3			0,69	0,94	4			0,96	1,22
5			1,09	1,37	6			1,37	1,64
7			1,49	1,75	8			1,76	2,04
9			1,89	2,15	10			2,18	?
11			2,29						

Tab. 53. I. l. Ein einziger Sprung, mit beiden Beinen gleichzeitig beabsichtigt.

Nr.	c	a	d	b	Nr.	c	a	d	b
1	0	0,74	0,41	0,77	1	0,08	0,70	0,39	0,73

Tab. 54. I. m. Drei Sprünge nach einander (wie I. l)

Nr.	c	a	d	b	Nr.	c	a	d	b
1	0	0,70	0,38	0,68	1	0,06	0,67	0,32	0,70
2	0,82	1,47	1,13	1,48	2	0,79	1,43	1,01	1,45
3	1,64	2,28	1,97	2,27	3	1,53	2,23	1,78	2,26

Tab. 55a. II, a langsam.

Nr.	c	a	d	b	Nr.	c	a	d	b
—	—	—	—	—	1	0	0,92	0,20	1,12
2	0,98	2,07	1,16	2,18	3	1,92	3,10	2,27	3,28
4	2,96	4,25	3,34	4,40	5	4,10	5,29	4,50	5,47
6	5,15	6,48	5,53	6,50	7	6,21	7,41	6,57	7,56
8	7,19	8,61	7,65	8,70	9	8,48	9,60	8,85	9,77
10	9,51	10,70	9,71	10,83	11	10,54	11,68	10,92	11,84
12	11,58	12,83	11,81	12,92	13	12,61	13,82	13,01	14,00
14	13,66	14,90	14,12	15,00	15	14,87	16,00	15,21	16,10
16	16,07	17,00	16,33	16,90		—	—	—	—

Tab. 56a. II, b gewöhnlich.

Nr.	c	a	d	b	Nr.	c	a	d	b
—	—	—	—	—	1	0	0,53	0,05	0,63
2	0,53	1,28	0,69	1,36	3	0,94	1,95	1,31	1,96
4	1,76	2,51	1,95	2,58	5	2,34	3,06	2,53	3,15
6	2,91	3,69	3,13	3,72	7	3,49	4,17	3,69	4,28
8	4,04	4,80	4,25	4,82	9	4,48	5,31	4,81	5,40
10	5,21	5,94	5,38	5,99	11	5,65	6,48	5,96	6,57
12	6,40	7,13	6,57	7,16	13	7,01	7,83	7,20	7,73

Tab. 57ª. II, c schnell.

Nr. des Schritts	Links: Ferse abgehoben c	Links: Ferse aufgesezt a	Links: Fussspize aufgehoben d	Links: Ballen aufgesezt b	Nr. des Schritts	Rechts: Ferse abgehoben c	Rechts: Ferse aufgesezt a	Rechts: Fussspize aufgehoben d	Rechts: Ballen aufgesezt b
1	0	0,66	0	0,71	2	0,61	1,14	0,72	1,15
3	1,05	1,67	1,20	1,71	4	1,40	2,07	1,67	2,17
5	1,95	2,57	2,11	2,61	6	2,30	2,98	2,56	3,06
7	2,84	3,45	3,01	3,47	8	3,21	3,85	3,46	3,92
9	—	—	3,87	4,33	10	4,03	4,72	4,22	4,79
11	—	—	4,74	5,20	12	4,93	5,58	5,20	5,65
13	—	—	5,64	5,96					

Tab. 58ª. III 10j. Knabe.

Nr. des Schritts	Links: Ferse abgehoben c	Links: Ferse aufgesezt a	Links: Fussspize aufgehoben d	Links: Ballen aufgesezt b	Nr. des Schritts	Rechts: Ferse abgehoben c	Rechts: Ferse aufgesezt a	Rechts: Fussspize aufgehoben d	Rechts: Ballen aufgesezt b
—	—	—	—	—	1	0	0,50	0,05	0,58
2	0,43	1,19	0,62	1,23	3	1,02	1,73	1,24	1,95
4	1,61	2,32	1,81	2,37	5	2,18	2,85	2,37	3,11
6	2,73	3,41	2,91	3,45	7	3,19	3,93	3,45	4,13
8	3,82	4,49	3,76	4,52	9	4,31	4,98	4,44	5,16
10	4,87	5,55	5,06	5,61	11	5,40	6,03	5,57	6,22
12	5,94	6,61	6,11	6,67	13	6,44	7,11	6,65	7,29
14	6,96	7,58	7,17	7,73	15	7,50	8,18	7,71	8,39
16	8,08	8,80	8,27	8,86	17	8,64	9,41	8,88	9,60
18	9,47	10,08	9,57	10,11					

Tab. 59ª. IV. 2 J. 10 M. alter Knabe.

Nr. des Schritts	Links: Ferse abgehoben c	Links: Ferse aufgesezt a	Links: Fussspize aufgehoben d	Links: Ballen aufgesezt b	Nr. des Schritts	Rechts: Ferse abgehoben c	Rechts: Ferse aufgesezt a	Rechts: Fussspize aufgehoben d	Rechts: Ballen aufgesezt b
—	—	—	—	—	1	0	0,82	0,35	0,93
2	0,69	1,40	0,95	1,69	3	1,33	2,04	1,54	2,12
4	1,91	2,68	2,17	2,74	5	2,23	3,15	2,76	3,22
6	3,06	3,65	3,25	3,79	7	3,63	4,24	3,80	4,35
8	4,07	4,78	4,41	4,90	9	4,55	5,34	4,91	5,43
10	5,24	5,86	5,47	5,99	11	5,66	6,45	6,00	6,51
12	6,32	7,09	6,56	7,12	13	6,76	7,56	7,14	7,61
14	7,28	8,09	7,65	8,22	15	7,96	8,67	8,22	8,74
16	8,56	9,17	8,84	9,28	17	8,98	9,71	9,28	9,77
18	9,63	10,19	9,84	10,32	19	10,01	10,72	10,32	10,82
20	10,62	11,19	10,84	11,30	21	11,00	11,66	11,31	11,72
22	11,62	12,16	11,75	12,23	23	11,93	12,58	12,29	12,63
24	12,59	13,05	12,67	13,18	25	13,01	13,58	13,20	13,64
26	13,57	14,05	13,71	14,16	27	14,02	14,58	14,23	14,61
28	14,50	15,12	14,69	15,19	29	14,90	15,69	15,28	15,78
30	15,58	16,29	15,95	16,30	31	16,31	16,90	16,58	16,98

Tab. 60ᵃ. V. 2j. Mädchen.

Nr. des Schritts	Links: Ferse abgehoben c	Links: Ferse aufgesezt a	Links: Fussspize aufgehoben d	Links: Ballen aufgesezt d	Nr. des Schritts	Rechts: Ferse abgehoben c	Rechts: Ferse aufgesezt a	Rechts: Fussspize abgehoben d	Rechts: Ballen aufgesezt b
1	0,	0,36	0,16	0,37	2	0,38	1,14	0,42	1,16
3	1,12	1,82	1,33	1,83	4	1,67	2,35	1,97	2,44
5	2,35	2,96	2,41	2,99	6	2,88	3,44	3,10	3,53
7	3,47	3,94	3,61	3,97	8	3,88	4,42	4,04	4,51
9	4,44	5,02	4,56	5,05	10	4,92	5,52	5,14	5,63
11	5,49	6,11	5,68	6,17	12	6,04	6,60	6,26	6,69
13	6,63	7,16	6,77	7,22	14	7,13	7,62	7,28	7,72
15	7,62	8,25	7,78	8,27	16	8,02	8,80	8,36	8,91
17	8,88	9,41	8,99	9,44	18	9,36	9,89	9,57	9,98
19	9,91	10,46	10,10	10,51	20	10,43	11,00	10,63	11,09
21	10,97	11,54	11,16	11,61	22	11,49	12,07	11,67	12,19
23	12,06	12,64	12,27	12,72	24	12,62	13,16	12,79	13,24
25	13,19	13,64	13,35	13,68	26	13,59	14,08	13,75	14,17
27	14,07	14,64	14,27	14,67	28	14,55	15,05	14,76	15,15
29	15,05	15,60	15,17	15,68	30	15,45	16,11	15,73	16,19
31	16,00	16,64	16,23	16,68	32	16,59	17,06	16,77	17,15
33	17,08	17,69	17,25	17,92	34	17,74	18,24	17,87	18,34
35	18,39	18,93	18,63	19,00	—	—	—	—	—

Tab. 61ᵃ. VI Parademarsch.

Nr. des Schritts	Links: Ferse abgehoben c	Links: Ferse aufgesezt a	Links: Fussspize aufgehoben d	Links: Ballen aufgesezt d	Nr. des Schritts	Rechts: Ferse abgehoben c	Rechts: Ferse aufgesezt a	Rechts: Fussspize abgehoben d	Rechts: Ballen aufgesezt b
1	0	0,60	0,05	0,60	2	0,36	1,20	0,65	1,19
3	1,00	1,79	1,24	1,79	4	1,60	2,37	1,83	2,36
5	2,18	2,92	2,40	2,93	6	2,71	3,47	2,95	3,46
7	3,28	4,05	3,52	4,06	8	3,87	4,64	4,09	4,61
9	4,44	5,20	4,67	5,20	10	5,01	5,76	5,23	5,74
(11	5,56	6,05	5,80	6,00)					

Tab. 62ᵃ. VII 76j. Mann.

Nr. des Schritts	Links: Ferse abgehoben c	Links: Ferse aufgesezt a	Links: Fussspize aufgehoben d	Links: Ballen aufgesezt d	Nr. des Schritts	Rechts: Ferse abgehoben c	Rechts: Ferse aufgesezt a	Rechts: Fussspize abgehoben d	Rechts: Ballen aufgesezt b
—	—	—	—	—	1	0	0,60	0,05	0,68
2	0,60	1,37	0,75	1,50	3	1,29	2,08	1,50	2,16
4	1,99	2,80	2,17	2,89	5	2,72	3,51	2,94	3,55
6	3,42	4,22	3,60	4,31	7	4,11	4,88	4,35	4,94
8	4,69	5,54	4,94	5,63	9	5,38	6,22	5,68	6,27
10	6,09	6,91	6,29	7,01	11	6,76	7,55	7,11	7,59
12	7,39	8,23	7,61	8,34	13	8,09	8,92	8,36	8,96
14	8,76	9,67	9,06	9,80	15	9,54	10,28	9,82	10,32
16	10,35	10,92	10,58	10,86	17	11,04	11,70	11,20	11,64

Tab. 63ª. VIII. 93j. Mann.

Nr. des Schritts	Links: Ferse abgehoben c	Links: Ferse aufgesezt a	Links: Fussspize aufgehoben d		Links: Ballen aufgesezt b	Nr. des Schritts	Rechts: Ferse abgehoben c	Rechts: Ferse aufgesezt a	Rechts: Fussspize aufgehoben d		Rechts: Ballen aufgesezt b
						1	0	0,58	0,17		0,26
2	0,53	1,30	0,71	0,75 : 0,82 [1])	1,35	3	1,33	1,99	1,54		1,62
4	1,92	2,66	2,11	2,16 : 2,23	2,71	5	2,68	3,41	2,82		2,95
6	3,36	4,18	3,62	3,67 : 3,73	4,26	7	4,21	4,91	4,37		4,50
8	4,89	5,63	5,08	5,12 : 5,19	5,68	9	5,65	6,31	5,80		5,96
10	6,27	7,02	6,45	6,49 : 6,56	7,07	11	7,02	7,74	7,20		7,70
12	7,67	8,47	8,02		8,55	13	8,51	9,25	8,69		9,16
14	9,22	9,98	9,37	9,41 : 9,49	10,03	15	10,02	10,73	10,22		10,72
16	10,71	11,49	10,89	10,93 : 11,03	11,55	17	11,49	12,24	11,72		12,17
18	12,17	12,96	12,38	12,42 : 12,46	13,02	19	12,98	13,73	13,20		13,72
20	13,69	14,45	13,96		14,57	21	14,49	15,26	14,79		14,85
22	15,20	16,06	15,42	15,46 : 15,49	16,12	23	16,04	16,82	(Sohle geschleift; 15,04 —15,08 Ballen erhoben)		
24	16,78	17,50	16,98	17,02 : 17,09	17,56	25	17,56	18,29	17,77		18,32
26	18,22	19,06	18,42	18,46 : 18,50	19,13	27	19,07	19,89	19,36		19,44
28	19,88	20,60	20,08	20,13 : 20,18	20,67	29	20,65	21,36	20,92		21,42
30	21,33	22,04	21,55	21,60 : 21,68	22,10	31	22,08	22,85	22,31		22,90
32	22,83	23,63	23,0	23,07 : 23,14	23,70	33	23,67	24,45	24,02	24,15 : 24,2 [1])	24,44
34	24,45	25,10	24,68	24,74 : 24,8	25,21	35	25,24	26,04	25,53		26,09
36	26,01	27,0	26,35	26,43 : 26,49	27,07						

[1]) cf. pag. 134.

Tab. 64ª. IX, a. Anchyl. gen. sin. gewöhnlich.

Nr. des Schritts	Links: Ferse abgehoben c	Links: Ferse aufgesezt a	Links: Fussspize abgehoben d	Links: Ballen aufgesezt b	Nr. des Schritts	Rechts: Ferse abgehoben c	Rechts: Ferse aufgesezt a	Rechts: Fussspize abgehoben d	Rechts: Ballen aufgesezt b
1	0	1,02	0,37	1,06	2	0,91	1,71	1,07	1,74
3	1,58	2,50	1,82	2,49	4	2,26	3,11	2,50	3,14
5	2,80	3,89	3,23	3,88	6	3,48	4,51	3,95	4,54
7	4,16	5,31	4,63	5,31	8	5,12	5,92	5,32	5,96
9	5,62	6,74	6,07	6,71	10	6,49	7,36	6,59	7,31
11	7,08	8,13	7,48	8,13	12	7,74	9,09	7,92	?
13	8,61	9,47	8,93	9,37		—	—	—	—

Tab. 65ª. IX, b Anchyl. gen. sin. sehr schnell.

Nr. des Schritts	Links: Ferse abgehoben c	Links: Ferse aufgesezt a	Links: Fussspize abgehoben d	Links: Ballen aufgesezt b	Nr. des Schritts	Rechts: Ferse abgehoben c	Rechts: Ferse aufgesezt a	Rechts: Fussspize abgehoben d	Rechts: Ballen aufgesezt b
1	0	0,72	0,01	0,77	2	0,65	1,23	0,80	1,27
3	1,00	1,82	1,29	1,82	4	1,44	2,25	1,81	2,27
5	1,99	2,85	2,30	2,78	6	2,45	3,23	2,82	3,27
7	3,00	3,83	3,28	3,82	8	3,41	4,24	3,86	4,26
9	3,99	4,84	4,29	4,79	19	4,42	5,20	4,76	5,23
11	4,98	5,80	5,25	5,79	12	5,35	6,18	5,75	6,20
13	5,93	6,82	6,29	6,72		—	—	—	—

Tab. 66[a]. X, a. Anchylosis gen. dextr. Gewöhnlich.

Nr. des Schritts	Links Ferse abgehoben c	Links Ferse aufgesezt a	Links Fussspize abgehoben d	Links Ballen aufgesezt b	Nr. des Schritts	Rechts Ferse abgehoben c	Rechts Ferse aufgesezt a	Rechts Fussspize abgehoben d	Rechts Ballen aufgesezt b
					1	0	0,50	Schleifen	
2	0,60	1,16	0,68	1,26	3	0,91	1,74	1,30	1,39
4	1,72	2,35	1,89	2,45	5	2,02	2,93	2,42	3,02
6	2,87	3,51	3,08	3,61	7	3,19	4,04	3,56	4,11
8	3,95	4,60	4,17	4,69	9	4,26	5,10	4,64	5,19
10	4,98	5,71	5,25	5,78	11	5,30	6,24	5,73	6,32
12	6,14	6,81	6,37	6,91	13	6,45	7,34	6,86	7,44
14	7,28	7,94	7,50	8,02	15	7,59	8,49	8,00	8,58
16	8,46	9,05	8,67	9,05					

Tab. 67 [a]. X, b. Anchylosis gen. dextr. Schneller.

Nr. des Schritts	Links Ferse abgehoben c	Links Ferse aufgesezt a	Links Fussspize abgehoben d	Links Ballen aufgesezt b	Nr. des Schritts	Rechts Ferse abgehoben c	Rechts Ferse aufgesezt a	Rechts Fussspize abgehoben d	Rechts Ballen aufgesezt b
					1	0[1])	0,90	0,25	0,97
2	0,85	1,37	0,98	1,46	3	1,13	1,80	1,45	1,90
4	1,70	2,25	1,91	2,35	5	2,00	2,68	2,31	2,76
6	2,49	3,11	2,76	3,21	7	2,88	3,53	3,16	3,62
8	3,34	3,97	3,61	4,08	9	3,71	4,38	4,02	4,48
10	4,28	4,83	4,48	4,93	11	4,56	5,25	4,88	5,34
12	5,14	5,68	5,35	5,76	13	5,42	6,04	5,76	6,20
14	5,86	6,57	6,24	6,58					

[1]) 0,11—0,31 Schleifen der Ferse.

Tab. 68[a]. XI, a. Amputatio femoris dextri. Krücke. Gewöhnlich.

Nr. des Schritts	Links Ferse abgehoben c	Links Ferse aufgesezt a	Links Fussspize abgehoben d	Links Ballen aufgesezt b	Nr. des „Schritts“	Rechts Krücke abgehoben	Rechts Krücke aufgesezt
					1	0	0,76
2	0,88	1,47	1,02	1,60	3	1,62	2,48
4	2,40	3,25	2,65	3,39	5	3,38	4,19
6	4,11	5,0	4,37	5,18	7	5,12	5,91
8	5,81	6,65	6,05	6,79	9	6,80	7,59
10	7,54	8,33	7,77	8,46	11	8,52	9,27
12	9,18	10,02	9,43	10,17	13	10,20	11,0
14	10,91	11,72	11,17	11,82	15	11,86	12,64
16	12,48	13,36	12,78	13,48	17	13,55	14,35
18	14,35	15,12	14,56	15,21	19	15,44	16,16

Tab. 69 [a]. XI, b. Amputatio femoris dextri. Krücke. Schnell.

Nr. des Schritts	Links Ferse abgehoben c	Links Ferse aufgesezt a	Links Fussspize abgehoben d	Links Ballen aufgesezt b	Nr. des „Schritts“	Rechts Krücke abgehoben	Rechts Krücke aufgesezt
					1	0	0,67
2	0,67	1,28	0,84	1,35	3	1,32	1,83
4	1,72	2,39	1,91	2,48	5	2,44	2,92
6	2,80	3,47	2,99	3,56	7	3,50	3,99
8	3,85	4,50	4,05	4,58	9	4,56	5,0
10	4,91	5,56	5,10	5,63	11	5,60	6,10
12	5,78	6,63	6,15	6,70	13	6,70	7,18
14	6,85	7,71	7,35	7,79	15	7,85	9,05

Tab. 70ᵃ. XII. Progressive Muskelatrophie.

Nr. des Schritts	Links: Ferse abgehoben c	Links: Ferse aufgesezt a	Links: Fussspize aufgehoben d	Links: Ballen aufgesezt b	Nr. des Schritts	Rechts: Ferse abgehoben c	Rechts: Ferse aufgesezt a	Rechts: Fussspize abgehoben d	Rechts: Ballen aufgesezt b
1	—	0,68	0,14	0,68	2	0,47	1,49	0,88	1,52
3	1,50	2,34	1,75	2,40	4	2,40	3,22	2,58	3,23
5	3,20	4,07	3,49	4,08	6	4,12	4,88	4,27	4,91
7	4,92	5,70	5,18	5,73	8	5,75	6,52	5,92	6,54
9	6,51	7,30	6,82	7,31	10	7,34	8,09	7,46	8,09
11	8,09	8,92	8,38	8,94	12	8,93	9,76	9,08	9,77
13	9,78	10,63	10,06	10,65	14	10,67	11,57	10,84	11,56
15	11,58	12,42	11,87	12,43	16	12,46	13,28	12,63	13,30
17	13,34	14,25	13,62	14,25	18	14,35	15,12	14,55	15,13
19	15,13	16,05	15,37	16,02	20	16,10	16,95	16,31	16,95
21	17,03	18,03	17,25	18,00	22	18,04	18,88	18,35	18,88
23	18,94	19,69	19,19	19,66	24	19,69	20,58	19,87	20,58
25	20,69	21,43	20,94	21,41	26	21,49	22,42	21,66	22,40
27	22,50	23,34	22,78	23,30	28	23,39	24,18	23,62	24,17
29	24,29	25,16	24,50	25,11	30	25,22	26,07	25,43	26,08
31	26,21	26,93	26,49	26,87	32	27,03	27,83	27,29	27,84

Tab. 71ᵃ. XIII, a. Meningitis spinalis.

Nr. des Schritts	Links: Ferse abgehoben c	Links: Ferse aufgesezt a	Links: Fussspize aufgehoben d	Links: Ballen aufgesezt b	Nr. des Schritts	Rechts: Ferse abgehoben c	Rechts: Ferse aufgesezt a	Rechts: Fussspize abgehoben d	Rechts: Ballen aufgesezt b
1	0	0,39	0,03	0,50	2	0,89	1,41	1,09	1,37
3[1])	1,56	2,16	1,84	2,32	4	2,34	3,19	2,85	3,11
5	3,29	3,97	3,64	4,55	6	4,45	5,05	4,74	5,08
7	5,17	5,70	5,42	6,39	8	6,12	6,67	6,34	6,69
9	6,72	7,31	7,01	7,57	10	7,42	8,29	7,95	8,30
11	8,29	8,89	8,56	9,32	12	9,24	9,90	9,54	9,93
13	9,93	10,58	10,25	10,99	14	10,90	11,57	11,20	11,66
15[2])	11,64	12,20	11,83	12,95	16	12,58	13,28	12,93	13,30
17[3])	13,30	13,80	13,52	14,15	18	14,31	14,96	14,61	14,98
19	14,99	15,57	15,19	15,79	20	15,71	16,60	16,20	16,66
21	16,61	17,27	16,94	17,57	22	17,37	18,20	17,86	18,23
23[4])	18,25	18,98	18,61	19,72	24	19,09	20,01	19,66	20,05
25	20,07	20,75	20,41	20,95	26	20,89	21,67	21,40	21,63

1) Von 2,44—2,71 Ballen erhoben, während Ferse aufgesezt bleibt.
2) » 12,99—13,08 » » » » » »
3) » 14,37—14,69 » » » » » »
4) » 18,48—18,56 Schleifen der vorher schon erhobenen Ferse.

Tab. 72ᵃ. XIII, b. Meningitis spinalis (21 Tage später als XIII, a).

Nr. des Schritts	Links				Nr. des Schritts	Rechts			
	Ferse		Fuss-spize[1] abge-hoben	Ballen aufge-sezt		Ferse		Fuss-spize abge-hoben	Ballen aufge-sezt
	abge-hoben	aufge-sezt				abge-hoben	aufge-sezt		
	c	a	d	b		c	a	d	b
					1	0	0,52	0,07	0,60
2	0,71	1,22	0,74	1,34	3	1,21	1,78	1,39	1,87
4	1,97	2,41	2,00	2,52	5	2,38	3,04	2,61	3,14
6	3,18	3,60	3,22	3,74	7	3,63	4,22	3,83	4,32
8	4,35	4,77	4,39	4,88	9	4,79	5,43	4,98	5,55
10	5,59	6,02	5,63	6,15	11	6,03	6,62	6,19	6,71
12	6,77	7,19	6,80	7,33	13	7,17	7,82	7,39	7,89
14	7,93	8,39	7,98	8,51	15	8,40	9,04	8,58	9,12
16	9,10	9,60	9,22	9,65	(17	9,65	10,04	9,78	10,12)

1) Links bei Schritt 2, 4, 8, 12 unmittelbar vor Ende des Aufstehens der Spize kurzes Abgehobensein derselben, nicht über 0,04 Secunden.

Tab. 73ᵃ. XIV. Tabes dorsualis.

Nr. des Schritts	c	a	d	b	Nr. des Schritts	c	a	d	b
					1	0	0,52	0,04	0,51
2	0,66	1,31	0,75	1,31	3	1,34	1,90	1,45	2,05
4	2,05	2,42	2,10	2,68	5	2,70	3,50	2,78	3,55
6	3,52	4,19	3,60	4,26	7	4,26	4,95	4,37	5,04
8	5,02	5,71	5,08	5,82	9	5,77	6,53	5,91	6,59
10	6,48	7,27	6,60	7,34	11	7,28	8,01	7,43	8,07
12	7,98	8,69	8,09	8,79	13	8,71	9,49	8,85	9,57
14	9,46	10,18	9,57	10,27	15	10,18	10,88	10,34	10,92
16	10,85	1,64	10,96	11,73	17	11,50	12,31	11,79	12,34
18	12,33	12,98	12,41	13,16	19	13,00	13,76	13,15	13,78
20	13,78	14,40	13,85	14,48	21	14,37	15,12	14,57	15,21
22	15,05	15,83	15,19	15,99	23	15,82	16,53	16,00	16,61
24	16,48	17,17	16,62	17,33	25	17,14	17,96	17,34	18,00
26	17,87	18,53	18,02	18,75	27	18,63	19,50	18,76	19,55
28	19,50	10,11 2	19,62	20,25	29	20,21	21,10	20,43	21,14

Tab. 74ᵃ. XV. Chorea minor.

Nr. des Schritts	c	a	d	b	Nr. des Schritts	c	a	d	b
1	0,05	0,54	0	0,81	2	0,50	1,38	0,73	1,54
3	1,07	2,04	1,49	2,29	4	1,95	2,93	2,20	3,46
5	2,71	3,71	3,04	3,89	6	3,60	4,45	3,82	4,66
7	4,10	5,00	4,54	5,24	8	4,91	5,72	5,18	5,96
9	5,60	6,52	5,86	6,67	10	6,33	7,21	6,57	7,56
11	6,90	7,95	7,33	8,10	12	7,90	8,65	8,15	8,73
13	8,65	9,37	8,76	9,35	14	9,35	10,00	9,50	9,96
15	9,77	10,68	10,16	10,75	16	10,31	11,30	10,74	11,41
17	11,02	12,04	11,47	12,26	18	11,71	12,67	12,20	12,73
19	12,66	13,45	12,82	13,64	20	13,22	14,05	13,57	14,20
21	14,18	14,94	14,28	15,14					

Tab. 75ᵃ. XVI. Hemiplegia sinistra.

Nr. des Schritts	Links: Ferse abgehoben c	Links: Ferse aufgesezt a	Links: Fussspize abgehoben d	Links: Ballen aufgesezt b	Nr. des Schritts	Rechts: Ferse abgehoben c	Rechts: Ferse aufgesezt a	Rechts: Fussspize abgehoben d	Rechts: Ballen aufgesezt b
1	0	1,71	0,19	0,78	2	0,67	1,38	0,99	1,05
3	1,46	2,38	1,78	2,43	4	2,23	3,05	2,62	3,15
5	3,12	3,99	3,52	4,03	6	3,98	4,65	4,23	4,92
7	4,82	5,68	5,10	5,74	8	5,65	6,33	5,94	6,45
9	6,42	7,32	6,81	7,44	10	7,24	8,00	7,67	8,15
11	8,04	8,88	8.37	8,99	12	8,95	9,60	8,98	9,75
13	9,66	10,50	10,10	10,60	14	10,52	11,21	10,83	11,31
15	11,28	12,19	11,64	12,29	16	12,15	12,92	12,49	12,96
17	12,90	13,83	13,40	13,93	18	13,83	14,53	14,11	14,63
19	14,54	15,46	14,88	15,54	20	15,42	16,14	15,75	16,23
21	16,14	16,98	16,52	17,10	22	17,03	17,75	17,31	17,89
23	17,79	18,69	18,26	18,81	24	18,81	19,50	19,05	19,49
25	19,53	20,55	19,83	20,69	(26			20,06	20,28)

Tab. 76ᵃ. XVII. Lateralsclerose (?).

Nr. des Schritts	Links: Ferse abgehoben c	Links: Ferse aufgesezt a	Links: Fussspize abgehoben d	Links: Ballen aufgesezt b	Nr. des Schritts	Rechts: Ferse abgehoben c	Rechts: Ferse aufgesezt a	Rechts: Fussspize abgehoben d	Rechts: Ballen aufgesezt b
					1	0	0,81	0,11	0,79
2	0,88	1,65	1,49	1,75	3	2,05	2,86	2,27	3,03
4	3,28	4,20	Ballen geschleift		5	4,73	5,69	5,08	5,67
6	5,97	7,01	6,71	7,09	7	7,58	8,67	8,04	8,78
8	8,76	10,54	10,28	10,63	9	11,74	12,56	12,06	12,65
10	12,52	14,22	14,08	14,33	11	14,78	16,42	15,75	16,40
12	16,62	17,83	17,30	17,80	13	17,60[1]	19,69	18,78	19,66
14	19,41	20,90	20,59	20,91	15	21,24	22,38	21,95	22,40
16	22,86	23,56	23,35	23,53	17	24,25	25,15	24,45	25,15
18	25,03	26,39	26,09	26,41	19	27,26	28,31	27,56	28,39
20	28,20	29,78	29,45	29,77	21	30,24	31,43	30,90	31,56
22	31,48	32,79	Ballen geschleift		23	33,81	34,59	33,64	34,26
24	34,76	35,90	35,69	36,18	25	36,86	37,78	36,90	37,33
26	38,74	39,83	39,67	39,70	27	40,34	41,07	40,20	40,62
28	41,08	42,14	41,72	42,22	29	42,88	43,88	42,75	43,46
30	43,92	45,11	44,88	45,08	31	45,66	46,57	45,79	46,11
32	47,0[2]	47,69	47,41	47,62	33	48,38	49,08	48,27	48,67
34	49,73	50,62	50,38	50,49					

1) Bei Schritt 13 Schleifen der Ferse während des Schwingens von 17,83 bis 18,53 und von 19,42 bis 19,53.

2) Bei Schritt 32 Schleifen der Ferse während des Schwingens von 47,55 bis 47,60.

Die absoluten Zeitwerthe der Einzelschritte und Schrittphasen.

Tab. 43ᵇ. I. a.

Schrittzahl	Dauer des Doppelschritts c l	c r	a l	a r	d l	d r	b l	b r	Dauer der Einzelschritte l	r	Dauer des Aufstehens des Beines auf dem Boden. l	r	Dauer des Schwingens l	r	Fusspize später abgehoben als Ferse l	r	Ballen später aufgesezt als Ferse l	r	Dauer des gleichzeitigen Stehens beider [Beine auf dem Boden] l
1. 2.	—	—	—	—	—	—	—	—	0,75	1,33	—	—	0,60	0,93	0,15	0,62	0,07	0,15	—
3. 4.	1,91	2,73	2,74	2,56	2,40	2,70	2,75	2,58	1,31	1,25	1,80	1,77	0,94	0,79	0,64	0,59	0,08	0,17	0,37
5. 6.	2,59	2,72	2,68	2,69	2,72	2,61	2,65	2,72	1,33	1,26	1,78	1,72	0,90	0,87	0,77	0,48	0,05	0,20	0,53
7. 8.	2,72	2,44	2,48	2,42	2,62	2,53	2,51	2,36	1,22	1,20	1,72	1,66	0,76	0,76	0,67	0,57	0,08	0,14	0,46
9. 10.	2,54	2,48	2,45	2,53	2,41	2,50	2,40	2,51	1,25	1,28	1,65	1,74	0,80	0,79	0,54	0,59	0,03	0,21	0,45
11. 12.	2,51	2,63	2,47	2,60	2,61	2,61	2,61	2,60	1,29	1,31	1,81	1,82	0,66	0,78	0,64	0,57	0,07	0,12	0,53
13. 14.	2,57	2,51	2,57	2,56	2,57	2,55	2,56	2,55	1,26	1,33	1,81	1,77	0,76	0,79	0,64	0,61	0,06	0,11	0,50
15. 16.	2,45	2,60	2,57	2,53	2,49	2,47	2,54	2,54	1,27	1,26	1,73	1,68	0,84	0,85	0,68	0,48	0,03	0,12	0,43
17. —	2,60	—	2,51	—	2,61	—	2,49	—	1,25	—	1,77	—	0,74	—	0,69	—	0,01	—	0,51

Tab. 44ᵇ. I. b.

Schrittzahl	c l	c r	a l	a r	d l	d r	b l	b r	Einzelschr. l	r	Aufstehen l	r	Schwingen l	r	Fusspize l	r	Ballen l	r	gleichz. Stehen l
1. 2.	—	—	—	—	—	—	—	—	0,65	0,89	—	—	0,54	0,67	0,11	0,34	0,07	0,10	—
3. 4.	1,28	1,57	1,74	1,61	1,59	1,65	1,73	1,61	0,75	0,76	1,15	0,98	0,69	0,63	0,42	0,42	0,06	0,10	0,16
5. 6.	1,60	1,48	1,60	1,64	1,59	1,59	1,58	1,64	0,84	0,80	0,90	0,96	0,70	0,68	0,31	0,53	0,04	0,10	0,14
7. 8.	1,59	1,63	1,58	1,53	1,65	1,61	1,59	1,51	0,78	0,75	0,95	0,93	0,63	0,60	0,47	0,51	0,05	0,08	0,15
9. 10.	1,65	1,62	1,64	1,50	1,51	1,51	1,64	1,53	0,79	0,71	0,88	0,91	0,66	0,59	0,33	0,40	0,15	0,11	0,13
11. 12.	1,56	1,56	1,52	1,56	1,44	1,56	1,42	1,54	0,81	0,75	0,78	0,97	0,74	0,59	0,21	0,40	0,05	0,09	0,07
13. 14.	1,57	1,68	1,51	1,50	1,66	1,52	1,51	1,47	0,76	0,74	0,92	0,93	0,59	0,57	0,30	0,24	0,05	0,06	0,17

Tab. 45ᵇ. I. c.

Schrittzahl	c l	c r	a l	a r	d l	d r	b l	b r	Einzelschr. l	r	Aufstehen l	r	Schwingen l	r	Fusspize l	r	Ballen l	r	gleichz. Stehen l
1. 2.									0,59	0,65	—	—	0,46	0,55	0,13	0,21	0,07	0,02	—
3. 4.	0,94	1,15	1,19	1,19	1,19	1,16	1,23	1,19	0,54	0,65	0,73	0,61	0,46	0,58	0,38	0,22	0,11	0,02	0,08
5. 6.	1,29	1,18	1,20	1,16	1,16	1,20	1,20	1,16	0,55	0,61	0,70	0,62	0,50	0,54	0,25	0,24	0,11	0,02	0,05
7. 8.	1,07	1,00	1,26	1,20	1,18	1,29	1,17	1,20	0,65	0,55	0,68	0,65	0,58	0,45	0,36	0,53	0,02	0,02	0,07
9. 10.	1,14	1,24	1,12	1,23	1,20	1,21	1,15	1,21	0,57	0,66	0,62	0,66	0,50	0,57	0,42	0,40	0,05	0	0,07
11. 12.	1,35	1,28	1,25	1,25	1,24	1,24	1,26	1,25	0,59	0,66	0,74	0,67	0,51	0,58	0,31	0,36	0,04	0	0,08
13. 14.	1,31	1,39	1,25	1,22	1,26	1,28	1,32	1,20	0,59	0,63	0,75	0,57	0,50	0,52	0,26	0,25	0,13	(-0,02)	0,09

Tab. 46ᵇ. I. d.

Schrittzahl	c l	c r	a l	a r	d l	d r	b l	b r	Einzelschr. l	r	Aufstehen l	r	Schwingen l	r	Fusspize l	r	Ballen l	r	gleichz. Stehen l
1. 2.									0,55	0,66	—	—	0,44	0,50	0,11	0,28	0,05	0,09	—
3. 4.	0,89	1,17	1,24	1,14	1,22	1,20	1,23	1,18	0,58	0,56	0,78	0,70	0,46	0,44	0,44	0,31	0,04	0,13	0,12
5. 6.	1,25	1,18	1,22	1,25	1,17	1,22	1,24	1,20	0,66	0,59	0,71	0,78	0,51	0,47	0,36	0,35	0,06	0,08	0,15
7. 8.	1,37	1,24	1,18	1,16	1,22	1,19	1,16	1,21	0,59	0,57	0,71	0,72	0,47	0,44	0,21	0,30	0,04	0,13	0,12
9. 10.	1,17	1,21	1,22	1,19	1,19	1,19	1,19	1,16	0,65	0,54	0,72	0,75	0,50	0,44	0,31	0,28	0,01	0,10	0,15
11. 12.	1,14	1,04	1,19	1,18	1,16	1,15	1,18	1,18	0,65	0,53	0,66	0,71	0,53	0,47	0,25	0,39	0	0,10	0,12
13. 14.	1,17	1,36	1,16	1,10	1,17	1,22	1,19	1,22	0,63	0,47	0,64	0,75	0,52	0,35	0,25	0,25	0,03	0,22	0,11

Tab. 47b. I. e. Schnellstes Gehen.

Schrittzahl	Dauer des Doppelschritts c		a		d		b		Dauer der Einzelschritte		Dauer des Aufstehens des Beines auf dem Boden		Dauer des Schwingens		Fussspize später abgehoben als Ferse		Ballen später aufgesezt als Ferse		Dauer des gleichzeitigen Stehens beider Beine auf dem Boden	
	l	r	l	r	l	r	l	r	l	r	l	r	l	r	l	r	l	r	l	r
1. 2.	—	—	—	—	—	—	—	—	0,54	0,41	—	—	0,46	0,37	0,08	0,24	0,02	0,04		0,04
3. 4.	0,72	0,81	0,83	0,82	0,89	0,80	0,83	0,84	0,42	0,40	0,43	0,43	0,40	0,39	0,25	0,23	0,02	0,06	0,02	0,01
5. 6.	0,82	0,83	0,82	0,81	0,81	0,81	0,83	0,80	0,42	0,39	0,41	0,42	0,41	0,39	0,24	0,21	0,03	0,05	0,01	0
7. 8.	0,82	0,78	0,84	0,85	0,81	0,84	0,82	0,85	0,45	0,40	0,40	0,45	0,44	0,40	0,23	0,27	0,01	0,05	0,01	0
9. 10.	0,82	0,87	0,84	0,86	0,85	0,85	0,87	0,85	0,44	0,42	0,41	0,45	0,43	0,41	0,26	0,25	0,04	0,04	0.01	0,01
11.	0,81	0,82	0,95	—	0,92	—	0,78	—	0,53	—	0,49	—	0,46	—	0,37	—	(—0,13)	—	(0,07)	—

Tab. 48b. I. f. Springen.

Schrittzahl	c l	c r	a l	a r	d l	d r	b l	b r	Einzelschritte l	Einzelschritte r	Aufstehen l	Aufstehen r	Schwingen l	Schwingen r	Fussspize l	Fussspize r	Ballen l	Ballen r	gleichz. Stehen l	gleichz. Stehen r
1. 2.	—	—	—	—	—	—	—	—	0,51	0,41	—	—	0,44	0,38	0,07	0,27	0,01	0,04	—	0,03
3. 4.	0,61	0,74	0,81	0,76	0,77	0,76	0,81	0,77	0,40	0,36	0,33	0,28	0,48	0,48	0,23	0,17	0,01	0,05	— 0,08	— 0,12
5. 6.	0,79	0,76	0,80	0,78	0,72	0,75	0,78	0,76	0,44	0,34	0,24	0,27	0,56	0,51	0,16	0,16	—0,01	0,03	— 0,12	— 0,17
7. 8.	0,77	0,77	0,77	0,79	0,78	0,73	0,78	0,80	0,43	0,36	0,22	0,22	0,55	0,57	0,17	0,12	0	0,04	— 0,12	— 0,21
9. 10.	0,79	0,79	0,76	0,76	0,78	0,88	0,78	0,76	0,40	0,36	0,23	0,31	0,53	0,45	0,16	0,21	0,02	0,04	— 0,13	— 0,09
11. —	0,80	—	0,90	—	0,84	—	0,92	--	0,54	—	6,41	—	0,49	—	0,30	—	0,04	—	0,05	—

Tab. 49b. I. g. Springen.

Schrittzahl	c l	c r	a l	a r	d l	d r	b l	b r	Einzelschritte l	Einzelschritte r	Aufstehen l	Aufstehen r	Schwingen l	Schwingen r	Fussspize l	Fussspize r	Ballen l	Ballen r	gleichz. Stehen l	gleichz. Stehen r
1. 2.	—	—	—	—	—	—	—	—	0,61	0,35	—	—	0,56	0,36	0,05	?	— 0,02	0,03	—	— 0,01
3. 4.	0,71	?	0,73	0,68	0,73	0,59	0,72	0,67	0,38	0,30	0,27	0,23	0,46	0,45	0,17	0,17	— 0,03	0,02	—0,08	— 0,15
5. 6.	0,65	0,69	0,67	0,67	0,61	0,65	0,68	0,69	0,37	0,30	0,15	0,24	0,52	0,47	0,13	0,13	— 0,02	0,04	—0,15	— 0,17
7. 8.	0,68	0,63	0,65	0,62	0,67	0,68	0,68	0,62	0,35	0,27	0,15	0,21	0,50	0,41	0,12	0,18	0,01	0,04	—0,15	— 0,14
9. 10.	0.68	0,70	0,62	0,59	0,69	0,57	0,61	0,62	0,35	0,24	0,19	0,26	0,43	0,33	0,30	0,15	0	0,07	—0,08	— 0,09

Tab. 50^b. I. h. Rückwärtsgehen.

Schrittzahl	Dauer des Doppelschritts c		a		d		b		Dauer des Schritts		Dauer des Aufstehens des Beines auf dem Boden		Dauer des Schwingens		Fussspize später abgehoben als Ferse		Ballen später aufgesezt als Ferse		Dauer des gleichzeitigen Stehens beider Beine auf dem Boden	
	l	r	l	r	l	r	l	r	l	r	l	l	l	r	l	r	l	r	l	r
1. 2.	—	—	—	—	—	—	—	—	0,84	0,87	—	—	0,54	0,61	0,30	0,10	— 0,38	— 0,50	—	0,26
3. 4.	1,94	1,89	1,85	1,65	1,57	1,64	1,81	1,80	0,94	0,86	1,10	1,18	0,71	0,62	— 0,07	— 0,15	— 0,42	— 0,35	0,23	0,24
5. 6.	1,74	1,71	1,73	1,66	1,86	1,83	1,68	1,72	0,82	0,90	1,08	1,06	0,60	0,66	0,05	0,07	— 0,47	— 0,29	0,22	0,24
7. 8.	1,72	1,66	1,56	1,81	1,75	1,65	1,74	1,65	0,84	0,81	0,95	0,99	0,59	0,66	0,08	0,06	— 0,29	— 0,45	0,25	0,15
9. 10.	1,60	1,60	1,61	1,51	1,58	1,64	1,61	1,59	0,80	0,79	0,99	0,98	0,62	0,61	0,06	0,10	— 0,29	— 0,37	0,18	0,18
11. 12.	1,64	1,61	1,59	1,48	1,49	1,47	1,54	1,56	0,75	0,81	0,96	0,90	0,58	0,66	— 0,09	— 0,04	— 0,34	— 0,29	0,08	0,11
13. 14.	1,50	1,67	1,54	1,55	1,66	1,66	1,59	1,58	0,78	0,80	0,99	0,96	0,60	0,62	0,07	0,05	— 0,29	— 0,26	0,18	0,18
15. 16.	1,58	1,63	1,54	1,46	1,60	1,47	1,53	1,48	0,73	0,75	1,00	0,96	0,53	0,52	0,09	— 0,11	— 0,30	— 0,24	0,20	0,12
17. 18.	1,50	1,38	1,41	1,44	1,53	1,52	1,48	1,47	0,73	0,74	1,00	0,89	0,48	0,58	0,12	0,03	— 0,23	— 0,21	0,25	0,16
19. —	1,51	—	1,28	—	1,45	—	1,43	—	0,69	—	0,87	—	0,46	—	0,06	—	— 0,08	—	0,23	—

Tab. 51^b. I. i. Polka.

Schrittzahl	c l	c r	a l	a r	d l	d r	b l	b r	Schritt l	Schritt r	Aufstehen l	Aufstehen l	Schwingen l	Schwingen r	Fussspize l	Fussspize r	Ballen l	Ballen r	gleichz. l	gleichz. r
1. 2.					—	—	—	—	0,46	0,36	—	—	0,46	0,25					—	**0,11**
3. 4.					0,71	0,51	0,62	0,75	0,26	0,49	0,25	0,26	0,37	0,49					—0,11	0
5. 6.					0,99	0,78	0,80	0,69	0,31	0,38	**0,62**	0,29	0,18	0,40					**0,13**	—0,02
7. 8.					0,57	0,69	0,76	0,74	0,38	0,36	0,39	**(0,29)**	0,37	0,45					—0,01	**(—0,09)**
9. 10.					0,57	0,72	0,70	0,69	0,34	0,35	0,20	0,27	0,50	0,42					—0,16	—0,07
11. 12.					1,01	0,65	0,61	0,68	0,26	0,42	**0,51**	0,23	0,10	0,45					**0,16**	—0,03
13. 14.					0,47	0,85	0,77	0,68	0,35	0,33	0,37	**0,42**	0,40	0,26					—0,05	**0,06**
15. 16.					0,60	0,52	0,64	0,65	0,31	0,34	0,20	0,26	0,44	0,39					—0,13	—0,05
17. 18.					0,92	0,69	0,69	0,68	0,35	0,33	**0,48**	0,30	0,21	0,38					**0,14**	—0,05

Tab. 51ᵇ. I. i. Polka.

Schritt-zahl	Dauer des Doppelschritts c		a		d		b		Dauer des Schritts		Dauer des Aufstehens des Beines auf dem Boden		Dauer des Schwingens		Fussspize später abgehoben als Ferse		Ballen später aufgesezt als Ferse		Dauer des gleichzeitigen Stehens beider Beine auf dem Boden	
	l	r	l	r	l	r	l	r	l	r	l	r	l	r	l	r	l	r	l	r
19. 20.					0,46	0,67	0,67	0,65	0,34	0,31	0,25	**(0,29)**	0,42	0,36					—0,08	**(—0,05)**
21. 22.					0,66	0,62	0,63	0,65	0,32	0,33	0,24	0,26	0,39	0,39					—0,07	—0,06
23. 24.					0,84	0,63	0,65	0,64	0,32	0,32	**0,45**	0,24	0,20	0,40					**0,12**	—0,08
25. 26.					0,55	0,87	0,61	0,70	0,29	0,41	0,35	**0,47**	0.26	0,23					0,03	**0,18**
27. 28.					0,60	0,50	0,75	0,67	0,34	0,33	0,34	0,27	0,41	0,40					—0,07	—0,07
29. 30.					0,81	0,64	0,61	0,64	0,28	0,36	**0,40**	0,24	0,21	0,40					**0,07**	—0,04

Tab. 52ᵇ. I. k. Galoppade.

Schritt-zahl	Dauer des Doppelschritts c		a		d		b		Dauer des Schritts		Dauer des Aufstehens des Beines auf dem Boden		Dauer des Schwingens		Fussspize später abgehoben als Ferse		Ballen später aufgesezt als Ferse		Dauer des gleichzeitigen Stehens beider Beine auf dem Boden	
	l	r	l	r	l	r	l	r	l	r	l	r	l	r	l	r	l	r	l	r
1. 2.					—	—	—	—	0,51	0,31	—	—	0,51	0,25					—	0,06
3. 4.					0,69	0,39	0,43	0,40	0,12	0,28	0,18	0,14	0,25	0,26					—0,13	0,02
5. 6.					0,40	0,41	0,43	0,42	0,15	0,27	0,15	0,15	0,28	0,27					—0,13	0
7. 8.					0,40	0,39	0,38	0,40	0,11	0,29	0,12	0,12	0,26	0,28					—0,15	0,01
9. 10.					0,40	0,42	0,40	—	0,11	—	0,14	0,14	0,26	—					—0,15	0,03
11.					0,40						0,14	—	—	—					(—0,11 ?)	

Tab. 55ᵇ. II, a. Langsam.

Schrittzahl	Doppelschritt l	Doppelschritt r	Dauer der Einzelschritte l	Dauer der Einzelschritte r	Aufsezen des Beines auf dem Boden l	Aufsezen des Beines auf dem Boden r	Schwingen l	Schwingen r	Fussspize später abgehoben als Ferse l	Fussspize später abgehoben als Ferse r	Ballen später aufgesezt als Ferse l	Ballen später aufgesezt als Ferse r	Gleichzeitiges Stehen beider Beine l	Gleichzeitiges Stehen beider Beine r
1.	—	—	—	0,92	—	—	—	0,72	—	0,26	—	0,20	—	—
2. 3.	—	2,18	1,15	1,03	—	1,35	0,91	0,83	0,18	0,35	0,11	0,18	0,24	0,20
4. 5.	2,18	2,19	1,15	1,04	1,27	1,40	0,91	0,79	0,38	0,40	0,15	0,18	0,24	0,25
6. 7.	2,23	2,12	1,19	0,93	1,28	1,28	0,95	0,84	0,38	0,36	0,02	0,15	0,24	0,09
8. 9.	2,13	2,19	1,20	0,99	1,17	1,44	0,96	0,75	0,46	0,37	0,09	0,17	0,24	0,24
10. 11.	2,09	2,08	1,10	0,98	1,10	1,32	0,99	0,76	0,20	0,38	0,13	0,16	0,11	0,22
12. 13.	2,13	2,14	1,15	0,99	1,11	1,33	1,02	0,81	0,23	0,40	0,09	0,18	0,13	0,18
14. 15.	2,07	2,18	1,08	1,10	1,29	1,39	0,78	0,79	0,46	0,34	0,10	0,10	0,30	0,31
16.	2,10	—	1,00	—	1,43	—	0,67	—	0,26	—	—0,10	—	0,33	—

Tab. 56ᵇ. II, b. Gewöhnlich.

Schrittzahl	Doppelschritt l	Doppelschritt r	Dauer der Einzelschritte l	Dauer der Einzelschritte r	Aufsezen des Beines auf dem Boden l	Aufsezen des Beines auf dem Boden r	Schwingen l	Schwingen r	Fussspize später abgehoben als Ferse l	Fussspize später abgehoben als Ferse r	Ballen später aufgesezt als Ferse l	Ballen später aufgesezt als Ferse r	Gleichzeitiges Stehen beider Beine l	Gleichzeitiges Stehen beider Beine r
1.	—	—	—	0,53	—	—	—	0,48	—	0,05	—	0,10	—	—
2. 3.	—	1,42	0,75	0,67	—	0,78	0,59	0,64	0,16	0,37	0,08	0,01	0,16	0,03
4. 5.	1,23	1,11	0,56	0,55	0,67	0,58	0,56	0,53	0,19	0,19	0,07	0,09	0	0,02
6. 7.	1,18	1,11	0,63	0,48	0,62	0,63	0,56	0,48	0,22	0,20	0,03	0,11	0,07	0
8. 9.	1,11	1,14	0,63	0,51	0,56	0,64	0,55	0,50	0,21	0,33	0,02	0,09	0,08	0,01
10. 11.	1,14	1,17	0,63	0,54	0,58	0,65	0,56	0,52	0,17	0,31	0,05	0,09	0,07	0,02
12.	1,19	1,35	0,65	0,70	0,63	0,72	0,56	0,63	0,17	0,19	0,03	—0,10	0,09	0,07

Tab. 57ᵇ. II, c. Sehr schnell.

Schrittzahl	Doppelschritt l	Doppelschritt r	Dauer der Einzelschritte l	Dauer der Einzelschritte r	Aufsezen des Beines auf dem Boden l	Aufsezen des Beines auf dem Boden r	Schwingen l	Schwingen r	Fussspize später abgehoben als Ferse l	Fussspize später abgehoben als Ferse r	Ballen später aufgesezt als Ferse l	Ballen später aufgesezt als Ferse r	Gleichzeitiges Stehen beider Beine l	Gleichzeitiges Stehen beider Beine r
1. 2.	—	—	0,66	0,48	—	—	0,66	0,42	0	0,11	0,05	0,01	—	—0,06
3. 4.	1,01	0,93	0,53	0,40	0,54	0,53	0,47	0,40	0,15	0,27	0,04	0,10	0,06	0
5. 6.	0,90	0,91	0,50	0,41	0,44	0,49	0,46	0,42	0,16	0,26	0,04	0,08	0,04	—0,01
7. 8.	0,88	0,86	0,47	0,39	0,44	0,38	0,44	0,38	0,17	0,25	0,02	0,08	0,03	0,01
9. 10.	—	0,88	—	—	0,42	0,48	—	0,50	—	0,19	—	0,07	0,03	—
11. 12.	—	0,76	—	—	—	0,48	—	0,38	—	0,27	—	0,07	0,02	—
13.	—	—	—	—	—	—	—	—	—		—	—	0,06	—

Tab. 58ᵇ. III. 10j. Knabe.

Schrittzahl	Doppelschritt l	Doppelschritt r	Dauer der Einzelschritte l	Dauer der Einzelschritte r	Aufsezen des Beines auf dem Boden l	Aufsezen des Beines auf dem Boden r	Schwingen l	Schwingen r	Fussspize später abgehoben als Ferse l	Fussspize später abgehoben als Ferse r	Ballen später aufgesezt als Ferse l	Ballen später aufgesezt als Ferse r	Gleichzeitiges Stehen beider Beine l	Gleichzeitiges Stehen beider Beine r
1.	—	—	—	0,50	—	—	—	0,45	—	0,05	—	0,08	—	—
2. 3.	—	1,23	0,69	0,54	—	0,74	0,57	0,49	0,19	0,22	0,04	0,22	0,12	0,05
4. 5.	1,13	1,12	0,59	0,53	0,62	0,64	0,51	0,48	0,20	0,19	0,05	0,26	0,08	0,05
6. 7.	1,09	1,08	0,56	0,52	0,59	0,60	0,50	0,48	0,18	0,26	0,04	0,20	0,06	0,04
8. 9.	1,08	1,05	0,56	0,49	0,35	0,51	0,73	0,54	—0,04	0,13	0,03	0,18	—0,11(?)	—0,05(?)
10. 11.	1,06	1,05	0,57	0,48	0,57	0,59	0,49	0,46	0,19	0,17	0,06	0,19	0,08	0,02
12. 13.	1,06	1,08	0,58	0,50	0,56	0,62	0,50	0,46	0,17	0,21	0,06	0,18	0,08	0,04
14. 15.	0,97	1,07	0,47	0,60	0,56	0,60	0,41	0,47	0,21	0,21	0,15	0,21	0,06	0,13
16. 17.	1,22	1,23	0,62	0,61	0,69	0,70	0,53	0,53	0,19	0,24	0,06	0,19	0,09	0,08
18.	1,28	—	0,67	—	0,77	—	0,51	—	0,10	—	0,03	—	0,16	—

Tab. 59b. IV. 2 J. 10 M. alter Knabe.

Schrittzahl	Doppelschritt		Einzelschritt		Aufsezen des Beines auf dem Boden		Schwingen		Fussspize später abgehoben als Ferse		Ballen später aufgesezt als Ferse		Gleichzeitiges Stehen beider Beine	
	l	r	l	r	l	r	l	r	l	r	l	r	l	r
1.	—	—	—	0,82	—	—	—	0,47	—	0,35	—	0,11	—	—
2. 3.	—	1,22	0,58	0,64	—	0,72	0,45	0,50	0,26	0,21	0,29	0,08	0,13	0,14
4. 5.	1,28	1,11	0,64	0,47	0,77	0,72	0,51	0,39	0,26	0,53	0,06	0,07	0,13	0,08
6. 7.	0,97	1,09	0,50	0,59	0,57	0,65	0,40	0,44	0,19	0,17	0,14	0,11	0,10	0,15
8. 9.	1,13	1,10	0,54	0,56	0,76	0,67	0,37	0,43	0,34	0,36	0,12	0,09	0,17	0,13
10. 11.	1,08	1,11	0,52	0,59	0,69	0,66	0,39	0,45	0,23	0,34	0,13	0,06	0,13	0,14
12. 13.	1,23	1,11	0,64	0,47	0,70	0,69	0,53	0,42	0,24	0,38	0,03	0,05	0,11	0,04
14. 15.	1,00	1,11	0,53	0,58	0,56	0,66	0,44	0,45	0,37	0,26	0,13	0,07	0,09	0,13
16. 17.	1,08	1,04	0,50	0,54	0,75	0,61	0,33	0,43	0,28	0,30	0,13	0,06	0,17	0,11
18. 19.	1,02	1,01	0,48	0,53	0,67	0,61	0,35	0,40	0,21	0,31	0,13	0,10	0,13	0,13
20. 21.	1,00	0,94	0,47	0,47	0,65	0,59	0,35	0,35	0,22	0,31	0,11	0,06	0,12	0,12
22. 23.	0,97	0,92	0,50	0,42	0,56	0,63	0,41	0,29	0,13	0,36	0,07	0,07	0,09	0,13
24. 25.	0,89	1,00	2,47	0,53	0,51	0,62	0,38	0,38	0,08	0,19	0,13	0,06	0,09	0,15
26. 27.	1,00	1,00	0,47	0,53	0,66	0,65	0,34	0,35	0,14	0,21	0,11	0,03	0,13	0,18
28. 29.	1,07	1,11	0,54	0,57	0,64	0,70	0,43	0,41	0,19	0,38	0,07	0,09	0,11	0,16
30. 31.	1,17	1,21	0,50	0,61	0,83	0,89	0,34	0,42	0,37	0,27	0,01	0,08	0,26	0,29

Tab. 60b. V. 2j. Mädchen.

Schrittzahl	Doppelschritt l	Doppelschritt r	Einzelschritt l	Einzelschritt r	Aufsezen l	Aufsezen r	Schwingen l	Schwingen r	Fussspize l	Fussspize r	Ballen l	Ballen r	Gleichzeitiges Stehen l	Gleichzeitiges Stehen r
1. 2.	—	—	0,36	0,78	—	—	0,20	0,72	0,16	0,04	0,01	0,02	—	0,06
3. 4.	1,46	1,21	0,68	0,53	0,97	0,83	0,49	0,38	0,21	0,30	0,01	0,09	0,19	0,15
5. 6.	1,14	1,09	0,61	0,48	0,59	0,75	0,55	0,34	0,06	0,22	0,03	0,09	0,06	0,14
7. 8.	0,98	0,98	0,50	0,48	0,65	0,60	0,33	0,38	0,14	0,16	0,03	0,09	0,17	0,10
9. 10.	1,08	1,10	0,60	0,50	0,62	0,72	0,46	0,38	0,12	0,22	0,03	0,11	0,14	0,12
11. 12.	1,09	1,08	0,59	0,49	0,66	0,74	0,43	0,34	0,19	0,22	0,06	0,09	0,16	0,15
13. 14.	1,05	1,02	0,46	0,46	0,66	0,68	0,39	0,34	0,14	0,15	0,06	0,10	0,17	0,12
15. 16.	1,09	1,18	0,63	0,55	0,62	0,74	0,47	0,44	0,16	0,34	0,02	0,11	0,16	0,11
17. 18.	1,16	1,09	0,61	0,48	0,74	0,77	0,42	0,32	0,11	0,21	0,03	0,09	0,19	0,16
19. 20.	1,05	1,11	0,57	0,54	0,69	0,74	0,36	0,37	0,19	0,20	0,05	0,09	0,21	0,17
21. 22.	1,08	1,07	0,54	0,53	0,70	0,67	0,38	0,40	0,19	0,18	0,07	0,12	0,16	0,13
23. 24.	1,10	1,09	0,57	0,52	0,73	0,72	0,37	0,39	0,21	0,17	0,08	0,08	0,20	0,15
25. 26.	1,00	0,92	0,48	0,44	0,71	0,59	0,29	0,33	0,16	0,16	0,04	0,09	0,19	0,11
27. 28.	1,00	0,97	0,56	0,41	0,63	0,68	0,37	0,29	0,20	0,21	0,03	0,10	0,19	0,12
29. 30.	0,96	1,06	0,55	0,51	0,53	0,68	0,43	0,38	0,12	0,28	0,08	0,08	0,12	0,13
31. 32.	1,04	0,95	0,53	0,42	0,63	0,66	0,41	0,29	0,23	0,18	0,04	0,09	0,12	0,13
33. 34.	1,05	1,18	0,63	0,55	0,61	0,81	0,44	0,37	0,17	0,13	0,23	0,10	0,19	0,18
35.	1,24	—	0,69	—	0,94	—	0,30	—	0,24	—	0,07	—	0,39	—

Tab. 61b. VI. Parademarsch.

Schrittzahl	Dauer des Doppelschritts		Dauer des einfachen Schritts		Aufstehen des Beines auf dem Boden		Schwingen		Fussspize später abgehoben als Ferse		Ballen später aufgesezt als Ferse		Gleichzeitiges Stehen beider Beine	
	l	r	l	r	l	r	l	r	l	r	l	r	l	r
1. 2.	—	—	(0,60)	0,60	—	—	0,60	0,54	0,05	0,29	0	—0,01	—	0,05
3. 4.	1,19	1,17	0,59	0,58	0,64	0,64	0,55	0,53	0,24	0,23	0	—0,01	0,05	0,04
5. 6.	1,13	1,10	0,55	0,55	0,61	0,59	0,52	0,51	0,22	0,24	0,01	—0,01	0,04	0,03
7. 8.	1,13	1,17	0,58	0,59	0,60	0,63	0,53	0,52	0,24	0,22	0,01	—0,03	0,06	0,04
9. 10.	1,15	1,12	0,56	0,56	0,62	0,62	0,57	0,51	0,23	0,22	0	—0,02	0,06	0,03
(11.	0,85	—	0,29	—	0,60	—	0,20	—	0,24	—	—0,05	—	0,06)	—

Tab. 62b. VII. 76j. Mann.

Schrittzahl	l	r	l	r	l	r	l	r	l	r	l	r	l	r
1.	—	—	—	0,60	—	—	—	0,55	—	0,05	—	0,08	—	—
2. 3.	—	1,48	0,77	0,71	—	0,90	0,62	0,58	0,15	0,21	0,13	0,08	0,15	0,13
4. 5.	1,43	1,43	0,72	0,71	0,80	0,86	0,63	0,57	0,18	0,22	0,09	0,04	0,09	0,14
6. 7.	1,42	1,37	0,71	0,66	0,80	0,84	0,62	0,53	0,18	0,24	0,09	0,06	0,09	0,13
8. 9.	1,32	1,34	0,56	0,68	0,72	0,80	0,60	0,54	0,25	0,30	0,09	0,05	0,06	0,14
10. 11.	1,37	1,33	0,69	0,64	0,75	0,89	0,61	0,44	0,20	0,35	0,10	0,04	0,07	0,20
12. 13.	1,32	1,37	0,68	0,69	0,70	0,81	0,62	0,56	0,22	0,27	0,09	0,04	0,06	0,13
14. 15.	1,44	1,36	0,75	0,61	0,77	0,90	0,67	0,46	0,24	0,28	0,13	0,04	0,08	0,15
16. 17.	1,25	1,42	0,64	0,78	0,91	0,92	0,28	0,44	0,23	0,16	—0,06	—0,06	0,30	0,34

Tab. 63b. VIII. 93j. Mann.

Schrittzahl	l	r	l	r	l	r	l	r	l	r	l	r	l	r
1.	—	—	—	(0,58)	—	—	—	—	—	0,17	—	—		
2. 3.	—	1,41	0,72	0,69	—	—	0,59	—	0,18	0,21	0,05	—		
4. 5.	1,36	1,42	0,67	0,75	0,81	—	0,55	—	0,19	0,14	0,05	—		
6. 7.	1,52	1,50	0,77	0,73	0,96	—	0,56	—	0,26	0,16	0,08	—		
8. 9.	1,45	1,40	0,72	0,68	0,90	—	0,55	—	0,19	0,15	0,05	—		
10. 11.	1,39	1,43	0,71	0,72	0,82	—	0,57	0,50	0,18	0,18	0,05	—0,04		
12. 13.	1,45	1,51	0,73	0,78	1,0	0,99	0,45	0,47	0,35	0,18	0,08	—0,09		
14. 15.	1,51	1,48	0,73	0,75	0,90	1,06	0,61	0,50	0,15	0,20	0,05	—0,01		
16. 17.	1,51	1,51	0,76	0,75	0,91	1,0	0,60	0,35	0,18	0,23	0,06	—0,07		
18. 19.	1,47	1,49	0,72	0,77	0,89	1,03	0,58	0,52	0,21	0,22	0,06	—0,01		
20. 21.	1,49	1,53	0,72	0,81	1,0	—	0,49	—	0,27	0,30	0,12	—		
22. 23.	1,61	1,56	0,80	0,76	0,97	—	0,64	—	0,22	—	0,06	—		
24. 25.	1,44	1,47	0,68	0,79	0,92	—	0,52	0,52	0,20	0,21	0,06	0,03		
26. 27.	1,56	1,60	0,77	0,83	0,92	1,04	0,64	—	0,20	0,29	0,07	—		
28. 29.	1,54	1,47	0,71	0,76	1,02	—	0,52	0,44	0,20	0,27	0,07	0,06		
30. 31.	1,44	1,49	0,68	0,81	0,95	0,95	0,49	0,54	0,22	0,23	0,06	0,05		
32. 33.	1,59	1,60	0,78	0,82	0,96	1,17	0,63	0,42	0,17	0,35	0,07	—0,01		
34. 35.	1,47	1,59	0,65	0,94	1,05	1,09	0,42	0,51	0,23	0,29	0,11	0,05		
36.	1,90	—	0,96	—	1,25	—	0,65	—	0,34	—	0,07	—		

Tab. 64b. IX, a. Anchyl. art. gen. sin. Gewöhnlich.

Schrittzahl	l	r	l	r	l	r	l	r	l	r	l	r	l	r
1. 2.	—	—	1,02	0,69	—	—	0,65	0,64	0,37	0,16	0,04	0,02	—	0,05
3. 4.	1,48	1,40	0,79	0,61	0,80	0,79	0,68	0,61	0,24	0,24	—0,01	0,03	0,11	0,01
5. 6.	1,39	1,40	0,78	0,62	0,73	0,84	0,66	0,56	0,43	0,47	—0,01	0,03	0,12	0,07
7. 8.	1,42	1,41	0,80	0,61	0,74	0,81	0,68	0,60	0,47	0,20	0	0,04	0,12	0,01
9. 10.	1,43	1,44	0,82	0,62	0,76	0,67	0,67	0,77	0,35	0,10	—0,03	—0,05	0,15	—
11. 12.	1,39	1,73	0,77	0,96	0,74	0,56	0,65	1,17	0,40	0,18	0	?	0,12	—
13.	1,34	—	0,38		0,80	—	0,54	—	0,32	—	—0,10	—	—	—

Tab. 65b. IX, b. Anchyl. gen. sin. Sehr schnell.

Schrittzahl	Dauer des Doppelschritts l	Dauer des Doppelschritts r	Dauer des Einzelschritts l	Dauer des Einzelschritts r	Aufstehen des Beines auf dem Boden l	Aufstehen des Beines auf dem Boden r	Schwingen l	Schwingen r	Fussspize später abgehoben als Ferse l	Fussspize später abgehoben als Ferse r	Ballen später aufgesezt als Ferse l	Ballen später aufgesezt als Ferse r	Gleichzeitiges Stehen beider Beine l	Gleichzeitiges Stehen beider Beine r
1. 2.	—	—	0,72	0,51	—	—	0,71	0,43	0,01	0,15	0,05	0,04	—	0,08
3. 4.	1.00	1,10	0,59	0,43	0,57	0,58	0,53	0,44	0,29	0,37	0	0,02	0,06	−0,01
5. 6.	0,99	1,03	0,60	0,38	0,48	0,57	0,55	0,41	0,31	0,37	−0,07	0,04	0,05	−0,04
7. 8.	1,01	0,98	0,60	0,41	0,43	0,57	0,55	0,44	0,28	0,39	−0,01	0,02	0,05	−0,02
9. 10.	0,99	1,01	0,60	0,36	0,46	0,52	0,55	0,44	0,30	0,34	−0,05	0,03	0,05	−0,03
11. 12.	0,99	0,96	0,60	0,38	0,41	0,55	0,55	0,43	0,27	0,40	−0,01	0,02	0,05	−0,04
13.	0,95	1,02	0,64	—	0,49	—	0,53	—	0,36	—	−0,10	—	0,11	—

Tab. 66b. X, a. Anchylos. gen. dextr. Gewöhnlich.

Schrittzahl	Dauer des Doppelschritts l	Dauer des Doppelschritts r	Dauer des Einzelschritts l	Dauer des Einzelschritts r	Aufstehen des Beines auf dem Boden l	Aufstehen des Beines auf dem Boden r	Schwingen l	Schwingen r	Fussspize später abgehoben als Ferse l	Fussspize später abgehoben als Ferse r	Ballen später aufgesezt als Ferse l	Ballen später aufgesezt als Ferse r	Gleichzeitiges Stehen beider Beine l	Gleichzeitiges Stehen beider Beine r
1.	—	—	—	(0,50)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2. 3.	—	1,24	0,66	0,58	—	—	0,48	—	0,18	0,39	0,10	-	0,18	0,14
4. 5.	1,19	1,19	0,61	0,58	0,73	—	0,46	0,51	0,17	0,39	0,10	0,09	(0,15)	0,07
6. 7.	1,16	1,11	0,58	0,53	0,73	0,63	0,43	0,48	0,21	0,37	0,10	0,07	0,15	0,05
8. 9.	1,09	1,06	0,56	0,50	0,66	0,60	0,43	0,46	0,22	0,38	0,09	0,09	0,13	0,04
10. 11.	1,11	1,14	0,61	0,53	0,65	0,63	0,46	0,51	0,27	0,43	0,07	0,08	0,15	0,02
12. 13.	1,10	1,10	0,57	0,53	0,66	0,62	0,44	0,48	0,23	0,41	0,10	0,10	0,13	0,05
14. 15.	1,13	1,15	0,60	0,55	0,69	0,66	0,44	0,49	0,22	0,41	0,08	0,09	0,16	0,06
16.	1,11		0,56	—	0,73	—	0,38	—	0,21	—	0.10	—	0,18	—

Tab. 67b. X, b. Anchylos. gen. dextr. Schneller.

Schrittzahl	Dauer des Doppelschritts l	Dauer des Doppelschritts r	Dauer des Einzelschritts l	Dauer des Einzelschritts r	Aufstehen des Beines auf dem Boden l	Aufstehen des Beines auf dem Boden r	Schwingen l	Schwingen r	Fussspize später abgehoben als Ferse l	Fussspize später abgehoben als Ferse r	Ballen später aufgesezt als Ferse l	Ballen später aufgesezt als Ferse r	Gleichzeitiges Stehen beider Beine l	Gleichzeitiges Stehen beider Beine r
1.	—	—	—	(0,90)	—	—	—	0,65	—	0,25	—	0,07	—	—
2. 3.	—	0,90	0,47	0,43	—	0,55	0,39	0,35	0,10	0,32	0,09	0,10	0,08	0,08
4. 5.	0,88	0,88	0,45	0,43	0,54	0,51	0,34	0,37	0,21	0,31	0,10	0,08	0,11	0,06
6. 7.	0,86	0,85	0,43	0,42	0,52	0,48	0,35	0,37	0,27	0,28	0,10	0,09	0,08	0,05
8. 9.	0,86	0,85	0,44	0,41	0,50	0,49	0,36	0,36	0,17	0,31	0,11	0,10	0,08	0,05
10. 11.	0,86	0,87	0,45	0,42	0,51	0,50	0,35	0,37	0,20	0,32	0,10	0,09	0,10	0,05
12. 13.	0,85	0,79	0,43	0,36	0,52	0,51	0,33	0,28	0,21	0,34	0,08	0,16	0,10	0,08
14.	0,89	—	0,53	—	0,56	—	0,33		0,38	—	0,01	—	0,20	—

Tab. 68b. XI, a. Amputatio femoris dextri. Krücke. Gewöhnlich.

Schrittzahl	Dauer des Doppelschritts l	Dauer des Doppelschritts r	Dauer des Einzelschritts l	Dauer des Einzelschritts r	Aufstehen des Beines auf dem Boden l	Aufstehen des Beines auf dem Boden r	Schwingen l	Schwingen r	Fussspize später abgehoben als Ferse l	Fussspize später abgehoben als Ferse r	Ballen später aufgesezt als Ferse l	Ballen später aufgesezt als Ferse r	Gleichzeitiges Stehen beider Beine l	Gleichzeitiges Stehen beider Beine r
1.	—	—	—	(0,76)	—	—	—	0,76	—		—		—	—
2. 3.	—	1,72	0,71	1,01	—	0,86	0,45	0,86	0,14		0,13		0,26	0,15
4. 5.	1,78	1,71	0,77	0,94	1,18	0,90	0,60	0,81	0,25		0,14		0,17	0,13
6. 7.	1,75	1,72	0,81	0,91	1,12	0,93	0,63	0,79	0,26		0,18		0,18	0,12
8. 9.	1,65	1,68	0,74	0,94	1,05	0,89	0,60	0,79	0,24		0,14		0,14	0,15
10. 11.	1,68	1,68	0,74	0,94	1,12	0,93	0,56	0,75	0,23		0,13		0,18	0,19
12. 13.	1,69	1,73	0,75	0,98	1,10	0,93	0,59	0,80	0,25		0,15		0,16	0,18
14. 15.	1,69	1,64	0,72	0,92	1,15	0,86	0,55	0,78	0,26		0,10		0,17	0,14
16. 17.	1,64	1,71	0,72	0,99	1,06	0,91	0,58	0,80	0,30		0,12		0,14	0,19
18. 19.	1,76	1,81	0,77	1,01	1,20	1,09	0,56	0,72	0,21		0,09		0,21	0,32

Tab. 69 b. XI, b. Amputatio femoris dextri. Krücke. Schnell.

Schrittzahl	Dauer des Doppelschritts		Dauer des Einzelschritts		Aufstehen des Beines auf dem Boden		Schwingen		Fusspize später abgehoben als Ferse		Ballen später aufgesezt als Ferse		Gleichzeitiges Stehen beider Beine	
	l	r	l	r	l	r	l	r	l	r	l	r	l	r
1.	—	—	—	(0,67)	—	—	—	0,67	—		—		—	—
2. 3.	—	1,16	0,61	0,55	—	0,65	0,44	0,51	0,17		0,07		0,17	0,04
4. 5.	1,11	1,09	0,56	0,53	0,63	0,61	0,48	0,48	0,19		0,09		0,08	0,05
6. 7.	1,08	1,07	0,55	0,52	0,60	0,58	0,48	0,49	0,19		0,09		0,07	0,03
8. 9.	1,03	1,01	0,51	0,50	0,58	0,57	0,45	0,44	0,20		0,08		0,06	0,06
10. 11.	1,06	1,10	0,56	0,54	0,60	0,60	0,46	0,50	0,19		0,07		0,10	0,04
12. 13.	1,07	1,08	0,53	0,55	0,59	0,60	0,48	0,48	0,37		0,07		0,05	0,07
14. 15.	1,08	1,87	0,53	1,34	0,72	0,67	0,36	1,20	0,50		0,08		0,17	0,14

Tab. 70_b. XII. Progressive Muskelatrophie.

Schrittzahl	Dauer des Doppelschritts l	Dauer des Doppelschritts r	Dauer des Einzelschritts l	Dauer des Einzelschritts r	Aufstehen l	Aufstehen r	Schwingen l	Schwingen r	Fusspize l	Fusspize r	Ballen l	Ballen r	Gleichzeitiges Stehen l	Gleichzeitiges Stehen r
1. 2.	—	—	(0,68)	0,81	—	—	—	0,61	0,14	0,16	0	0,03	—	0,20
3. 4.	1,66	1,73	0,85	0,88	1,07	1,09	0,59	0,64	0,25	0,18	0,06	0,01	0,26	0,24
5. 6.	1,73	1,66	0,85	0,81	1,15	1,05	0,58	0,62	0,29	0,15	0,01	0,03	0,27	0,20
7. 8.	1,63	1,64	0,82	0,82	1,11	1,04	0,52	0,60	0,26	0,17	0,03	0,02	0,30	0,22
9. 10.	1,60	1,57	0,78	0,79	1,12	0,94	0,48	0,63	0,31	0,12	0,01	0	0,30	0,16
11. 12.	1,62	1,67	0,83	0,84	1,08	0,99	0,54	0,68	0,29	0,15	0,02	0,01	0,29	0,16
13. 14.	1,71	1,81	0,87	0,94	1,14	1,08	0,57	0,72	0,28	0,17	0,02	−0,01	0,30	0,21
15. 16.	1,79	1,71	0,85	0,86	1,24	1,07	0,55	0,65	0,29	0,17	0,01	0,02	0,30	0,21
17. 18.	1,83	1,84	0,97	0,87	1,20	1,27	0,63	0,57	0,28	0,20	0,02	0,01	0,34	0,30
19. 20.	1,80	1,83	0,93	0,90	1,12	1,19	0,65	0,64	0,24	0,21	—0,03	0	0,25	0,26
21. 22.	1,98	1,93	1,08	0,85	1,23	1,40	0,75	0,55	0,23	0,31	—0,03	0	0,30	0,32
23. 24.	1,66	1,70	0,81	0,89	1,19	0,99	0,47	0,71	0,25	0,18	—0,03	0	0,31	0,18
25. 26.	1,74	1,84	0,85	0,99	1,28	1,08	0,47	0,74	0,25	0,17	—0,02	—0,02	0,36	0,23
27. 28.	1,91	1,76	0,92	0,84	1,37	1,22	0,52	0,55	0,28	0,23	—0,04	—0,01	0,36	0,28
29. 30.	1,82	1,89	0,98	0,91	1,20	1,26	0,61	0,64	0,21	0,21	—0,05	0,01	0,32	0,27
31. 32.	1,77	1,76	0,86	0,90	1,38	1,22	0,38	0,54	0,28	0,26	—0,06	0,01	0,42	0,36

Tab. 71[b]. XIII, a. Meningitis spinalis.

Schrittzahl	Dauer des Doppelschritts l	Dauer des Doppelschritts r	Dauer des Einzelschritts l	Dauer des Einzelschritts r	Aufstehen l	Aufstehen r	Schwingen l	Schwingen r	Fusspize l	Fusspize r	Ballen l	Ballen r	Gleichzeitiges Stehen l	Gleichzeitiges Stehen r
1. 2.	—	—	(0,39)	1,02	—	—	0,36	0,28	0,03	0,20	0,11	—0,04	—	0,70
3. 4.	1,77	1,78	0,75	1,03	1,45	1,48	0,32	0,26	0,28	0,51	0,16	—0,08	0,47	0,69
5. 6.	1,81	1,86	0,78	1,08	1,48	1,63	0,33	0,31	0,35	0,29	0,58	0,03	0,53	0,77
7. 8.	1,73	1,62	0,65	0,97	1,45	1,28	0,28	0,33	0,25	0,22	0,69	0,02	0,37	0,64
9. 10.	1,61	1,62	0,64	0,98	1,31	1,28	0,30	0,34	0,29	0,53	0,26	0,01	0,34	0,64
11. 12.	1,58	1,61	0,60	1,01	1,25	1,25	0,33	0,36	0,27	0,30	0,43	0,03	0,27	0,65
13. 14.	1,69	1,67	0,68	0,99	1,36	1,30	0,33	0,37	0,28	0,30	0,41	0,09	0,35	0,62
15. 16.	1,62	1,71	0,63	1,08	1,25	1,36	0,37	0,35	0,19	0,35	0,75	0,02	0,26	0,73
17. 18.	1,60	1,68	0,52	1,16	1,32	1,33	0,28	0,35	0,22	0,30	0,35	0,02	0,24	0,81
19. 20.	1,77	1,64	0,61	1,03	1,39	1,24	0,38	0,40	0,20	0,49	0,22	0,06	0,23	0,63
21. 22.	1,70	1,60	0,67	0,93	1,37	1,26	0,33	0,34	0,33	0,49	0,30	0,03	0,34	0,59
23. 24.	1,71	1,81	0,78	1,03	1,34	1,46	0,37	0,35	0,36	0,57	0,74	0,04	0,41	0,68
25. 26.	1,77	1,66	0,74	0,92	1,43	1,39	0,34	0,23	0,37	0,51	0,20	—0,04	0,40	0,65

Tab. 72[b]. XIII, b. Meningitis spinalis (21 Tage später als XIII, a).

Schrittzahl	Dauer des Doppelschritts		Dauer des einfachen Schritts		Aufstehen des Beines auf dem Boden		Schwingen		Fussspize später abgehoben als Ferse		Ballen später aufgesezt als Ferse		Gleichzeitiges Stehen beider Beine	
	l	r	l	r	l	r	l	r	l	r	l	r	l	r
1.	—	—	—	(0,52)	—	—	—	0,45	—	0,07	—	0,08	—	—
2. 3.	—	1,26	0,70	0,56	—	0,87	0,48	0,39	0,03	0,18	0,12	0,09	0,22	0,17
4. 5.	1,19	1,26	0,63	0,63	0,78	0,83	0,41	0,43	0,03	0,23	0,11	0,10	0,22	0,20
6. 7.	1,19	1,18	0,56	0,62	0,81	0,79	0,38	0,39	0,04	0,20	0,14	0,10	0,18	0,23
8. 9.	1,17	1,21	0,55	0,66	0,79	0,76	0,38	0,45	0,04	0,19	0,11	0,12	0,17	0,22
10. 11.	1,25	1,19	0,59	0,60	0,86	0,76	0,39	0,43	0,04	0,16	0,13	0,09	0,20	0,17
12. 13.	1,17	1,20	0,57	0,63	0,78	0,77	0,39	0,43	0,03	0,22	0,14	0,07	0,18	0,20
14. 15.	1,20	1,22	0,57	0,65	0,79	0,76	0,41	0,46	0,05	0,18	0,12	0,08	0,16	0,19
16. (17.)	1,21	1,0	0,56	0,44	0,83	0,74	0,38	0,26	0,12	0,13	0,05	0,08	0,18	0,28

Tab. 73[b]. XIV. Tabes dorsualis.

Schrittzahl	Dauer des Doppelschritts l	r	Dauer des einfachen Schritts l	r	Aufstehen l	r	Schwingen l	r	Fussspize l	r	Ballen l	r	Gleichzeitiges Stehen l	r
1.	—	—	—	0,52	—	—	—	0,47	—	0,04	—	—0,01	—	—
2. 3.	—	1,38	0,79	0,59	—	0,94	0,56	0,45	0,09	0,11	0	0,15	0,23	1,14
4. 5.	1,11	1,60	0,52	1,08	0,79	0,88	0,32	0,72	0,05	0,08	0,20	0,05	0,20	0,36
6. 7.	1,77	1,45	0,69	0,76	1,18	0,87	0,59	0,58	0,08	0,11	0,07	0,09	0,10	0,18
8. 9.	1,52	1,58	0,76	0,82	0,89	0,96	0,63	0,62	0,06	0,14	0,11	0,06	0,13	0,20
10. 11.	1,56	1,48	0,74	0,74	0,89	0,90	0,67	0,58	0,12	0,15	0,07	0,06	0,07	0,16
12. 13.	1,42	1,48	0,68	0,80	0,82	0,84	0,60	0,64	0,11	0,14	0,10	0,08	0,08	0,16
14. 15.	1,49	1,39	0,69	0,70	0,88	0,85	0,61	0,54	0,11	0,16	0,09	0,04	0,08	0,16
16. 17.	1,46	1,43	0,76	0,67	0,78	0,91	0,68	0,52	0,11	0,29	0,09	0,03	0,08	0,15
18. 19.	1,34	1,45	0,67	0,78	0,77	0,84	0,87	0,61	0,08	0,15	0,18	0,02	0,10	0,17
20. 21.	1,42	1,36	0,64	0,72	0,87	0,81	0,55	0,55	0,07	0,20	0,08	0,09	0,09	0,17
22. 23.	1,43	1,41	0,71	0,70	0,79	0,88	0,64	0,53	0,14	0,18	0,16	0,08	0,07	0,17
24. 25.	1,34	1,43	0,64	0,79	0,79	0,81	0,55	0,62	0,14	0,20	0,16	0,04	0,09	0,17
26. 27.	1,36	1,54	0,57	0,97	0,85	0,80	0,51	0,74	0,15	0,13	0,22	0,05	0,06	0,23
28. 29.	1,58	1,60	0,61	0,99	1,09	0,93	0,49	0,67	0,12	0,22	0,14	0,04	0,12	0,22

Tab. 74[b]. XV. Chorea minor.

Schrittzahl	Dauer des Doppelschritts l	r	Dauer des einfachen Schritts l	r	Aufstehen l	r	Schwingen l	r	Fussspize l	r	Ballen l	r	Gleichzeitiges Stehen l	r
1. 2.	—	—	(0,54)	0,84	—	—	0,49	0,65	—0,05	0,23	0,27	0,07	—	0,19
3. 4.	1,50	1,55	0,66	0,89	0,95	0,82	0,55	0,73	0,42	0,25	0,25	0,53	0,16	0,16
5. 6.	1,67	1,52	0,78	0,74	1,0	0,89	0,67	0,63	0,33	0,22	0,18	0,21	0,11	0,11
7. 8.	1,29	1,27	0,55	0,72	0,83	0,63	0,46	0,54	0,44	0,27	0,24	0,24	0,09	0,18
9. 10.	1,52	1,49	0,80	0,69	0,86	0,85	0,66	0,64	0,26	0,24	0,15	0,35	0,14	0,05
11. 12.	1,43	1,44	0,74	0,70	0,81	0,94	0,62	0,50	0,43	0,25	0,15	0,08	0,12	0,20
13. 14.	1,42	1,35	0,72	0,63	0,81	0,85	0,59	0,46	0,11	0,15	—0,02	—0,04	0,11	0,15
15. 16.	1,31	1,30	0,68	0,62	0,81	0,78	0,52	0,56	0,39	0,43	0,07	0,11	0,20	0,06
17. 18.	1,36	1,37	0,74	0,63	0,79	0,90	0,57	0,47	0,45	0,59	0,22	0,06	0,17	0,16
19. 20.	1,41	1,38	0,78	0,60	0,78	0,90	0,63	0,48	0,16	0,35	0,19	0,15	0,15	0,12
21.	1,49	—	0,89	—	0,83	—	0,66	—	0,10	—	0,20	—	0,23	—

Tab. 75^{b}. XVI. Hemiplegia sinistra.

Schrittzahl	Dauer des Doppelschritts l	Dauer des Doppelschritts r	Dauer des Einzelschritts l	Dauer des Einzelschritts r	Aufsezen des Beines auf dem Boden l	Aufsezen des Beines auf dem Boden r	Schwingen l	Schwingen r	Fussspize später abgehoben als Ferse l	Fussspize später abgehoben als Ferse r	Ballen später aufgesezt als Ferse l	Ballen später aufgesezt als Ferse r	Gleichzeitiges Stehen beider Beine l	Gleichzeitiges Stehen beider Beine r
1. 2.	—	—	(0,71)	0,67	—	—	0,52	0,06	0,19	0,22	0,07	−0,33	—	0,28
3. 4.	1,67	1,67	1,0	0,67	1,07	1,57	0,60	0,43	0,31	0,39	0,05	0,10	0,40	0,24
5. 6.	1,61	1,60	0,94	0,66	1,14	1,18	0,47	0,42	0,40	0,25	0,04	0,27	0,47	0,24
7. 8.	1,69	1,68	1,03	0,65	1,11	1,29	0,58	0,39	0,28	0,29	0,06	0,22	0,45	0,26
9. 10.	1,64	1,67	0,99	0,68	1,13	1,34	0,51	0,33	0,39	0,43	0,12	0,15	0,48	0,35
11. 12.	1,56	1,60	0,88	0,72	1,05	0,98	0,51	0,62	0,33	0,03	0,11	0,15	0,37	0,10
13. 14.	1,62	1,61	0,90	0,71	1,22	1,23	0,40	0,38	0,44	0,31	0,10	0,10	0,50	0,33
15. 16.	1,69	1,71	0,98	0,73	1,14	1,27	0,55	0,43	0,36	0,34	0,10	0,04	0.43	0,30
17. 18.	1,64	1,61	0,91	0,70	1,21	1,18	0,53	0,42	0,50	0,28	0,10	0,10	0,48	0,28
19. 20.	1,63	1,61	0,93	0,68	1,05	1,22	0,58	0,39	0,34	0,33	0,08	0,09	0,35	0,29
21. 22.	1,52	1,61	0,84	0,77	1,06	1,17	0,46	0,44	0,38	0,28	0,12	0,14	0,38	0,33
23. 24.	1,71	1,75	0,94	0,81	1,28	1,30	0,43	0,45	0,47	0,24	0,12	—0,01	0,51	0,36
25.	1,86	—	1,05	—	1,24	—	1,72	—	0,30	—	0,14	—	0,53	—

Tab. 76^{b}. XVII. Lateralsclerose (?).

Schrittzahl	Dauer des Doppelschritts l	Dauer des Doppelschritts r	Dauer des Einzelschritts l	Dauer des Einzelschritts r	Aufsezen des Beines auf dem Boden l	Aufsezen des Beines auf dem Boden r	Schwingen l	Schwingen r	Fussspize später abgehoben als Ferse l	Fussspize später abgehoben als Ferse r	Ballen später aufgesezt als Ferse l	Ballen später aufgesezt als Ferse r	Gleichzeitiges Stehen beider Beine l	Gleichzeitiges Stehen beider Beine r
1.	—	—	—	2,05	—	—	—	0,68	—	0,11	—	—0,02	—	—
2. 3.	—	2,05	0,84	1,21	—	1,48	0,16	0,59	0,61	0,25	0,10	0,19	0,70	0,62
4. 5.	2,55	2,83	1,34	1,49	—	2,22	—	0,59	—	0,35	—	—0,02	—	0,88
6. 7.	2,81	2,98	1,32	1,66	2,51	2,37	0,30	0,63	0,73	0,46	0,08	0,21	1,04	1,03
8. 9.	3,53	3,89	1,87	2,02	3,27	3,33	0,26	0,50	1,52	0,32	0,09	0,09	1,61	1,52
10. 11.	3,68	3,86	1,66	2,20	3,54	3,19	0,14	0,65	1,56	0,97	0,11	−0,02	1,52	1,53
12. 13.	3,61	3,27	1,41	1,86	3,08	2,38	0,50	0,88	0,68	1,28	—0,03	—0,03	0,90	0,98
14. 15.	3,07	2,69	1,21	1,48	2,79	2,29	0,31	0,43	1,18	0,71	−0,01	0,02	0,93	1,05
16. 17.	2,66	2,77	1,18	1,59	2,45	2,07	0,18	0,70	0,49	0,20	—0,03	0	0,97	0,89
18. 19.	2,83	3,16	1,24	1,92	2,56	2,41	0,30	0,75	1,06	0,30	0,02	0,08	0,94	1,17
20. 21.	3,39	3,12	1,47	1,65	3,06	2,59	0,32	0,53	1,25	0,66	—0,01	0,13	1,14	1,11
22. 23.	3,01	3,16	1,36	1,80	—	2,38	—	0,45	—	—0,17	—	—0,33	—	0,85
24. 25.	3,11	3,19	1,31	1,88	2,90	2,64	0,21	0,43	0,93	0,04	0,28	—0,45	1,43	1,0
26. 27.	3,93	3,29	2,05	1,24	3,77	3,01	0,03	0,28	0,93	—0,14	—0,13	—0,45	2,34	0,64
28. 29.	2,31	2,81	1,07	1,74	2,02	2,26	0,42	0,58	0,64	—0,13	0,08	—0,42	1,10	0,74
30. 31.	2,97	2,69	1,23	1,46	2,74	2,53	0,20	0,32	0,96	0,13	—0,03	−0,46	0,42	0,58
32. 33.	2,58	2,51	1,12	1,39	2,33	2,27	0,21	0,29	0,41	−0,11	—0,07	—0,41	1,30	0,76
34.	2,93	—	1,54	—	2,76	—	0,11	—	0,65	—	—0,13	—	1,81	—

uchsreihe.

des Abwickelns der Fusssohle				Fussspize später auf den Boden gesezt als die Ferse			Dauer des Stehens beider Beines auf dem Boden			
el	Mittel aus 19 u. 20	ariationen der Werthe 19 u. 20, das Minimum = 1000		Mittel		Mittel aus 24 und 25	Mittel		Mittel aus 27 und 28	Berechnet aus $\frac{11 \text{ minus } 16}{2}$
r		l	r	l	r		l	r		
20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
0,564	0,611	1426	1292	0,053	0,152	0,102	0,497	0,454	0,475	0 469
0,406	0,373	2238	2208	0,067	0,091	0,079	0,137	0,153	0,145	0,147
0,301	0,315	1680	2524	0,076	0,011	0,044	0,073	0,088	0,080	0,074
0,318	0,310	2095	1393	0,033	0,121	0,077	0,128	0,116	0,122	0,120
0,213	0,229	1130	1286	0,024	0,048	0,036	0,012	0,012	0,012	0,009
0,186	0,183	1437	2250	0,006	0,040	0,023	—0,112	—0,147	—0,129	—0,121
157	0,168	2500	1384	—0,012	0,032	0,020	—0,115	—0,137	—0,126	—0,114
011	0,039	—	—	—0,309	—0,329	—0,319	0,202	0,182	0,192	0,199

Die zeitlichen Mittelwerthe der Schritte und Schrittphasen der einzelnen Versuchsreihe (Fortsezung).

Mittlere Dauer des Doppelschritts l	r	Dauer des einen Schritts: Mittel l	r	Mittel aus 4 und 5	Variationen der Schrittdauer, die des kürzesten = 1000 l	r	Dauer des Aufstehens eines Beines auf dem Boden: Mittel l	r	Mittel aus 9 und 10	Variationen der Werthe von 9 und 10, Minimum = 1000 l	r	Dauer des Schwingens: Mittel l	r	Mittel aus 14 und 15	Variationen der Werthe 14 und 15 Minimum = 1000 l	r	Dauer des Abwickelns der Fusssohle: Mittel l	r	Mittel aus 19 und 20	Variationen der Werthe 19 u. 20 Minimum = 1000 l	r	Fusspize später aufgesetzt als Ferse: Mittel l	r	Mittel aus 24 und 25	Dauer des Stehens beider Beine auf dem Boden: Mittel l	r	Mittel aus 27 und 28	Berechnet aus 11 minus 16 / 2
1	2	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Tab. 55^{c}. II, a. Langsam.																												
2,133	2,154	1,145	1,009	1,077	1111	1194	1,203	1,183	1,358	1280	1122	0,931	0,795	0,863	1308	1120	0,319	0,371	0,345	2555	1177	0,098	0,160	0,129	0,214	0,213	0,213	0,209
Tab. 56^{c}. II, b. Gewöhnlich.																												
1,170	1,132	0,641	0,520	0,580	1339	1396	0,612	0,625	0,618	1196	1138	0,563	0,534	0,548	1070	1333	0,187	0,265	0,226	1375	1947	0,047	0,078	0,062	0,051	0,025	0,038	0,035
Tab. 57^{c}. II, c. Sehr schnell.																												
0,930	0,895	0,500	0,420	0,460	—	—	0,460	0,472	0,466	—	—	0,457	0,424	0,440	—	—	0,160	0,242	0,201	—	—	0,037	0,068	0,052	0,004	0,015	0,009	0,010
Tab. 58^{c}. III. 10j. Knabe.																												
1,087	1,097	0,564	0,534	0,549	1319	1271	0,589	0,625	0,607	1771	1373	0,530	0,489	0,509	1780	1174	0,161	0,204	0,182	—	2000	0,061	0,204	0,132	0,081	0,058	0,069	0,047
Tab. 59^{c}. IV. 2 J. 10 M. alter Knabe.																												
1,063	1,072	0,525	0,540	0,532	1362	1524	0,653	0,663	0,658	1490	1220	0,401	0,411	0,406	1607	1724	0.235	0,308	0,272	4625	3059	0,100	0,074	0,087	0,121	0,128	0,124	0,126
Tab. 60^{c}. V. 2j. Mädchen.																												
1,057	1,051	0,562	0,493	0,527	1370	1341	0,651	0,695	0,683	1396	1305	0,412	0,359	0,385	1897	1517	0,162	0,208	0,185	3833	2615	0,072	0,095	0,083	0,164	0,135	0,149	0,149
Tab. 61^{c}. VI Parademarsch.																												
1,15	1,14	0,57	0,57	0,57	1073	1073	0,617	0,62	0,618	1066	1085	0,542	0,522	0,532	1096	1059	0,232	0,227	0,228	1091	1091	0,004	—0,016	—0,006	0,052	0,038	0,045	0,043
Tab. 62^{c}. VII. 76j. Mann.																												
1,38	1,37	0,69	0,68	0,685	1375	1164	0,76	0,86	0 81	1111	1125	0,62	0,53	0,57	1117	1318	0,20	0,27	0,235	1666	1666	0,10	0,05	0,07	0,07	0,15	0,11	0,12
Tab. 63^{c}. VIII. 93j. Mann.																												
1,487	1,498	0,72	0,76	0,74	1231	1221	0,936	[1,04]	—	1296	—	0,559	[0,477]	—	1548	—	0,219	0,222	0,22	2333	2500	0,068	—	—	—	—	—	—
Tab. 64^{c}. IX, a. Anchyl. art. gen. sin. Gewöhnlich.																												
1,43	1,41	0,79	0,63	0,71	1065	1131	0,76	0,77	0 765	1096	1254	0,66	0,64	0,65	1046	1375	0,37	0,22	0,29	1958	4700	—0,01	0,014	0,002	0,12	0,03	0,075	0,057
Tab. 65^{c}. IX, b. Anchyl. gen. sin. sehr schnell.																												
0,99	1,01	0,605	0,39	0,497	1085	1194	0,45	0,56	,505	1095	1115	0,54	0,43	0,485	1038	1073	0,30	0,37	0,33	1286	1177	—0,03	0,02	—0,005	0,05	0,003	—	—
Tab. 66^{c}. X, a. Anchylosis gen. dextr. Gewöhnlich.																												
1,127	1,125	0,584	0,543	0,56	1081	1160	0,693	0,628	,660	1106	1050	0,449	0,489	0,46	1116	1109	0,214	0,396	0,305	1588	1189	0,925	0,866	0,895	0,154	0,048	0,100	0,101
Tab. 67^{c}. X, b. Anchylosis gen. dextr. Schnell.																												
0,866	0,848	0,445	0,422	0,433	1093	1049	0,525	0,507	,516	1080	1146	0,37	0,35	0,36	1182	1321	0,212	0,313	0,26	1235	1214	0,843	0,980	0,911	0,092	0,062	0,077	0,078
Tab. 68^{c}. XI, a. Amputatio femoris dextri. Krücke. Gewöhnlich.																												
1,705	1,71	0,75	0,96	—	1141	1143	1,12	0,90	—	1143	1267	0,57	0,79	—	1400	1194	0,26	—	—	2143	—	0,13	—	—	0,18	0,17	—	—
Tab. 69^{c}. XI, b. Amputatio femoris dextri. Krücke. Schnell.																												
1,07	1,085	0,55	0,53	—	1196	1100	0,62	0,61	—	1241	1175	0,45	0,51	—	1333	1396	0,22	—	—	2176	—	0,08	—	—	0,10	0,06	—	—
Tab. 70^{c}. XII. Progressive Muskelatrophie.																												
1,75	1,76	0,88	0,87	0,875	1308	1253	1,19	1,13	16	5429	1489	0,55	0,59	0,57	1596	1333	0,27	0,19	0,23	2214	2583	—0,005	0,007	0,001	0,28	0,225	0,25	0,29
Tab. 71^{c}. XIII, a. Meningitis spinalis.																												
1,696	1,688	0,67	1,01	0,84	1500	1267	1,37	1,35	36	1184	1314	0,33	0,33	0,33	1357	1739	0,28	0,39	0,335	1947	2850	0,42	0,015	0,217	0,35	0,67	0,51	0,51
Tab. 72^{c}. XIII, b. Meningitis spinalis, 21 Tage später als XIII, a.																												
1,197	1,217	0,59	0,62	0,605	1273	1178	0,80	0,79	0,795	1102	1145	0,40	0,43	0,415	1263	1179	0,037	0,194	0,115	1666	1437	0,12	0,09	0,105	0,19	0,19	0,19	0,19
Tab. 73^{c}. XIV. Tabes dorsualis.																												
1,49	1,49	0,68	0,77	0,73	1519	2077	0,88	0,87	875	1532	1200	0,59	0,59	0,59	2719	1644	0,10	0,16	0,13	3000	3250	0,13	0,06	0,095	0,09	0,18	0,135	0,132
Tab. 74^{c}. XV. Chorea minor.																												
1,44	1,41	0,72	0,706	0,713	1455	1483	0,847	0,756	0,801	1282	1492	0,58	0,566	0,573	1457	1587	0,309	0,298	0,303	4500	3933	0,19	0,176	0,183	0,143	0,138	0,140	0,114
Tab. 75^{c}. XVI. Hemiplegia sinistra.																												
1,63	1,64	0,94	0,69	—	1226	1185	1,14	1,22	—	1219	1326	0,51	0,43	—	1395	1879	0,37	0,28	—	1786	14333	0,09	0,13	—	0,45	0,34	—	—
Tab. 76^{c}. XVII. Lateralsclerose(?).																												
3,05	3,08	1,4	1,66	—	1916	1818	2,84	2,53	—	1866	1125	0,26	0,54	—	4545	3034	0,90	0,25	—	3814	—	0,02	—0,11	—	1,21	0,97	—	—

Erklärung der Abbildungen und der in den Tafeln vorkommenden Abkürzungen.

Die einzelnen Fussspuren sind mit punktirten Linien, welche nach Richtung (und meist auch Grösse) der Längsachse des Fusses entsprechen, notirt und mit den betreffenden Schrittzahlen bezeichnet.

Die bei den Gehcurven vorkommenden Abkürzungen bedeuten:

H. Horizontalprojektion (Fussboden).

V. l. Verticalprojektion links.

V. r. Verticalprojektion rechts.

a Armschwingung rechts.

a' Armschwingung links.

d Direktionslinie des Gehens (pag. 9).

f Ferse.

h Horizontalschwankung des Rumpfes (Tafel I, Fig. 2).

k Stellen, wo Färbeflüssigkeit von den Curven vertical nach abwärts geflossen ist (s. pag. 52).

o Oberschenkel oben.

o' Oberschenkel unten.

u Unterschenkel oben.

u' Unterschenkel unten.

r Verticalschwankung des Rumpfes.

Da wo Verticalprojektionen verzeichnet sind, bedeutet die (punktirte) Nulllinie die untere Grenze der Verticalwand; die auf dieser eingetragenen Zahlen 50, 90, 100 geben den Abstand von der Bodenfläche in CM. an.

Die Curven der Horizontalprojektion sind mit Ausnahme der „reducirten" (s. pag. 11) Curve, Fig. 25, Tafel VI, um 3—3,5 Mm. einander zu nähern. (Durch das Auseinanderrücken der Curven ist ein Ineinandergreifen derselben vermieden, wodurch die Uebersichtlichkeit der einzelnen Curve beeinträchtigt würde).

Die zeitlichen Mittelwerthe der Schritte und Schrittphasen der einzelnen Versuchsreihe.

	Mittlere Dauer des Doppelschrittes			Dauer des einfachen Schrittes					Dauer des Aufstehens eines Beines auf dem Boden					Dauer des Schwingens des Beines					Dauer des Abwickelns der Fussohle					Fussspitze später auf den Boden gesezt als die Ferse			Dauer des Stehens beider Beines auf dem Boden			
			Mittel aus 1 u. 2	Mittel		Mittel aus 4 und 5	Variationen der Schrittdauer, die kürzeste = 1000		Mittel		Mittel aus 9 und 10	Variationen der Werthe von 9 u. 10, das Minimum = 1000		Mittel		Mittel aus 14 u. 15	Variationen der Werthe von 14 u. 15 das Minimum = 1000		Mittel		Mittel aus 19 u. 20	Variationen der Werthe 19 u. 20, das Minimum = 1000		Mittel		Mittel aus 24 und 25	Mittel		Mittel aus 27 und 28	Berechnet aus $\frac{11 \text{ minus } 16}{2}$
	l	r	—	l	r	—	l	r	l	r		l	r	l	r		l	r	l	r		l	r	l	r		l	r		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Tab. 43c. I a. Sehr langsames Gehen.																														
Rubr. c „ a „ d „ b	2,568 *) 2,571 2,554 2,504	2,587 *) 2,535 2,507 2,551	2,562	1,272	1,277	1,275	1090	1108	1,759	1,737	1,748	1097	1096	0,800	0,820	0,810	1424	1224	0,659	0,564	0,611	1426	1292	0,053	0,152	0,102	0,497	0,454	0,475	0,469
Tab. 44c. I b langsam.																														
„ c „ a „ d „ b	1,594 1,603 1,573 1,568	1,590 1,560 1,573 1,550	1,576	0,788	0,771	0,779	1120	1253	0,930	0,946	0,938	1475	1077	0,668	0,618	0,643	1254	1193	0,340	0,406	0,373	2238	2208	0,067	0,091	0,079	0,137	0,153	0,145	0,147
Tab. 45c. I. c. Gehen.																														
„ c „ a „ d „ b	1,232 1,212 1,212 1,222	1,124 1,208 1,230 1,202	1,205	0,582	0,630	0,606	1204	1200	0,703	0,642	0,672	1209	1098	0,508	0,541	0,524	1261	1288	0,330	0,301	0,315	1680	2524	0,076	0,011	0,044	0,073	0,088	0,080	0,074
Tab. 46c. I. d. Gehen.																														
„ c „ a „ d „ b	1,220 1,201 1,188 1,168	1,200 1,170 1,105 1,102	1,195	0,627	0,575	0,601	1138	1245	0,703	0,735	0,719	1219	1114	0,498	0,460	0,479	1152	1136	0,303	0,318	0,310	2095	1393	0,033	0,121	0,077	0,128	0,116	0,122	0,120
Tab. 47c. I. e. Schnellstes Gehen.																														
„ c „ a „ d „ b	0,817 0,827 0,840 0,840	0,822 0,837 0,825 0,835	0,832	0,432	0,404	0,418	1072	1077	0,428	0,437	0,433	1255	1071	0,433	0,397	0,415	1150	1051	0,245	0,213	0,229	1130	1286	0,024	0,048	0,036	0,012	0,012	0,012	0,009
Tab. 48c. I. f. Springen.																														
„ c „ a „ d „ b	0,783 0,785 0,762 0,787	0,765 0,772 0,778 0,750	0,773	0,417	0,366	0,391	1100	1206	0,255	0,270	0,262	1500	1409	0,530	0,478	0,504	1167	1500	0,180	0,186	0,183	1437	2250	0,006	0,040	0,023	—0,112	—0,147	—0,129	—0,121
Tab. 49c. I. g. Springen.																														
„ c „ a „ d „ b	0,673 0,647 0,657 0,672	0,673 0,640 0,625 0,650	0,655	0,362	0,292	0,327	1086	1042	0,190	0,235	0,212	1800	1238	0,477	0,404	0,440	1209	1424	0,180	157	0,168	2500	1384	—0,012	0,032	0,020	—0,115	—0,137	—0,126	—0,114
Tab. 50c. I. h. Rückwärtsgehen.																														
„ c „ a „ d „ b	1,637 1,567 1,610 1.601	1,644 1,570 1,610 1,606	1,606	0,792	0,815	0,803	1362	1216	0,993	0,990	0,991	1264	1326	0,571	0,615	0,593	1543	1269	0,067	011	0,039	—	—	—0,309	—0,329	—0,319	0,202	0,182	0,192	0,199

*) s. o. pag. 108 und 109.



Die Termini **breitspurig**, **schmalspurig** bedeuten den Abstand der Schwingungslinien, wie der Ausdruck **Spreizweite** den, auf die Direktionslinie bezogenen, Abstand je zweier Ferspunkte der auf dem Boden **ruhenden** Füsse (s. pag. 16).

Uebersicht über die Versuchspersonen.

Tafel I, Fig. 1	1/35,2[1])		Tabelle 8	Norm
„ 2.	1/34,7	Verfasser I	„ 11	Norm
„ 3.	1/36,8	Verfasser I	„ 13	Gang auf den Zehen. pag. 63.
„ 4.	1/36,2	Verfasser I	„ 10	Armschwingung pag. 61.
„ 5.	1/36,2	Verfasser I	„ 12	Norm
Tafel II, „ 6.	—	Verfasser I	„ 12	Norm
„ 7.	1/34,3	Verfasser I	„ 15	Rückwärtsgehen pag. 65.
„ 8.	1/33,8	Verfasser I	„ 16	Sprunglauf pag. 64.
Tafel III, Fig. 9	1/34,7	Verfasser I	Tab. 17	Sprunglauf pag. 64.
„ 10a u. 10b	1/34,7	Verfasser I	„ 19	Sprunglauf pag. 64.
„ 11	1/36,5	II. 62j. Mann.	Tab. 22.	Norm.
„ 12	1/36,2	IV. 4½j. Knabe.	Tab. 24.	
Tafel IV, Fig. 13	1/35,8	V. 2½j. Knabe.	Tab. 25.	
„ 14	1/36,4	VI. 70½j. Mann[2]).	Tab. 26.	pag. 68.
„ 15	1/34,8	VIII, 1 38j. Mann[3])	Tab. 29	Anchylosis articul. genu sin. pag. 71.
„ 16	1/35,6	VIII, 2 38j. Mann[3])	„ 30	Anchylosis articul. genu sin. pag. 71.
„ 17	1/35,7	IX. 16j. Lehrling[4]).	Tab. 31.	Amputatio femor. dextri; Krücke, pag. 75.
Tafel V, Fig. 18	1/34,1	X. 30j. Mann.	Tab. 32.	Amputatio cruris utriusque künstlicher und Stelzfuss pag. 77.
„ 19a	1/33,4	XI, 15½j. Flaschner	Tab. 33	Motorische Schwäche (Meningitis spinalis) pag. 79.
„ 19b	1/32,9	XI, 15½j. Flaschner	„ 34	Motorische Schwäche (Meningitis spinalis) pag. 79.
„ 20	1/33,9	XII. 39j. Bauer[5]).	Tab. 35	Breitspurig schleudernder Gang (Tabes dorsualis pag. 81.
„ 21	1/33,7	XIII. 44j. Unterhändler.	Tab. 36	Breitspurig schleudernder Gang (Tabes dorsualis pag. 81.
Tafel VI, Fig. 22	1/33,8	XIV 38j. Weber.	Tab. 37.	Breitspurig spastischer Gang pag. 85.

1) s. pag. 18.
2) cf. Tafel IX. Nr. VIII. pag. 133.
3) cf. » X. Nr. IX. pag. 136.
4) cf. » X. Nr. XI. pag. 138.
5) cf. » X. Nr. XIV. pag. 143.

Tafel VI, Fig. 23	$^{1}/_{35,2}$ XV. 34j. Schuster. Tab. 38. Breitspurig ataktischer Gang pag. 88.
„ 24	$^{1}/_{33,1}$ XVI. 61j. Mann. Tab. 39. Schmalspuriger, partiell uncoordinirter Gang mit sehr grosser Spreizweite pag. 90.
„ 25	$^{1}/_{35,6}$ XVII. 28j. Bauer. Tab. 40. Schmalspurig ataktischer Gang mit mittelgrosser Spreizweite pag. 92.
„ 26	$^{1}/_{33,2}$ XVIII. 31j. Goldarbeiter. Tab. 41. Schmalspurig ataktischer Gang mit normaler Spreizweite pag. 92.

Die Erklärung von Tafel VII und VIII ist im Text, pag. 98—105, nachzusehen.

Die Figuren auf Tafel IX und X sezen sich zusammen aus feinen geraden Linien, welche der Zeit des Aufstehens entsprechen, und Intervallen, welche, wie in die Weber'schen schematischen Figuren, durch eine bogenförmige Linie überspannt sind; die Intervalle entsprechen der Zeit, wo der Fuss in der Luft schwebt. Dabei ist zu bemerken, dass, um nicht die Tafeln zu sehr zu überladen, nicht alle Erscheinungen, die hätten eingezeichnet werden können, aufgenommen wurden. Aufsezen und Abheben des Fusses ist punktirt . . . . gezeichnet; dabei wurde in der Zeichnung unberücksichtigt gelassen, ob, wie unter normalen Verhältnissen, die Ferse, oder ob der Ballen zuerst aufgesezt wurde. Auch die gesonderte Aufzeichnung von Ferse und Ballen, die mit 2 Curven zu erreichen gewesen wäre, wurde der Uebersichtlichkeit halber unterlassen. Ebenso wurde es nicht besonders notirt, wenn unter pathologischen Verhältnissen bloss die Ferse, nicht aber der Ballen erhoben wurde; in diesem Falle (z. B. Tafel X, Nr. XVII) wird der Fuss als auf dem Boden stehend, mit gerader Linie registrirt, welche sonst das Aufstehen mit der ganzen Sohle bedeutet. — Es geben desshalb die Zahlen der einzelnen Tabellen über Detailfragen viel mehr Auskunft, als die zur rascheren Orientirung bestimmten Tafeln.

Die Figuren der Tafel IX und X sind in dem Massstabe (und zwar ursprünglich auf Millimeterpapier) gezeichnet, dass 1 Secunde ein Spatium von 20 Millimetern repräsentirt. Gegenüber der auf die Kymographiontrommel registrirten Zeichnung, wo 1 Secunde = 100 Mm., erscheinen daher die Zeichnungen der beiden Tafeln in $^{1}/_{5}$ der originalen Grösse, wobei noch zu beachten, dass Ferse und Ballen ursprünglich gesondert registrirt waren.

Da mit Ausnahme weniger Versuche, der 3 Sprünge und der Polka auf Tafel IX, der vom Versuchsindividuum durchmessene Raum stets der-

selbe, 8½ Meter, war, so gibt die Länge der einzelnen Curven (die freilich in 2 Fällen, Nr. VII und XVII, abgebrochen und auf eine zweite Linie herübergenommen werden mussten) einen direkten Massstab für die Versuchsdauer und die Schnelligkeit des Gehens.

Uebersicht über die Versuchspersonen.

Tafel IX.

Ia sehr langsames Gehen. Tab. 43.
Ib langsames Gehen. Tab. 44.
Ic gewöhnliches Gehen. „ 45.
Ie schnellstes Gehen „ 47. } Verfasser
If und g Sprunglauf „ 48 und 49. pag. 126.
Ih Rückwärtsgehen „ 50. pag. 125.

Ii Polka Tab. 51.
Ik Galoppade Tab. 52. } Verfasser } pag. 128.
Im Einzelne Sprünge Tab. 54.

III 10j. Knabe. Tab. 58.
V 2j. Mädchen. Tab. 60. } Norm.

VI Parademarsch. Tabelle 61 pag. 131.

VII 71j. Mann [1]). Tab. 62
VIII 93j. Mann. Tab. 63 } pag. 133.

Tafel X.

IX^b 38j. Arbeiter [2]). Anchylos. artic. genu sin. Sehr schnell. Tab. 65. pag. 136.

X^a 29j. Diener. Anchylos. artic. genu dextr. Gewöhnlich. Tab. 66. pag. 137.

X^b 29j. Diener. Anchylos. artic. genu dextr. Schnell. Tab. 67. pag. 137.

XI^a 16j. Glasbläser [3]). Amputatio femoris dextri. Krücke. Gewöhnlich. Tab. 68. pag. 138.

XI^b 16j. Glasbläser. Amputatio femoris dextri. Krücke. Schnell. Tab. 69. pag. 138.

XII 39j. Schneider. Progressive Muskelatrophie. Tab. 70. pag. 139.

XIII^a 23j. Arbeiter. Meningitis spinalis. Tab. 71
XIII^b „ „ „ „ Tab. 72 } pag. 140.

---

1) cf. Tafel IV, Fig. 14. pag. 68.
2) cf. Tafel IV, Fig. 15 u. 16. pag. 71.
3) cf. Tafel IV, Fig. 17. pag. 75.

XIV 39j. Bauer[4]). Tabes dorsualis. Tab. 73. } pag. 143.
XV 10j. Mädchen. Chorea minor. Tab. 74. } pag. 143.
XVI 39j. Weib. Hemiplegia sinistra. Tab. 75. pag. 144.
XVII 35j. Frau. Lateralsclerose (?) — Spastischer Gang. Tab. 76. pag. 145.

---

4) cf. Tafel V, Fig. 20. pag. 81.

Nachträge und Zusäze.

Die während des Druckes dieser Schrift erschienene zweite Auflage von Beaunis' Éléments de physiologie humaine, Paris 1881 bringt pag. 902 die Abbildung eines portativen Apparates zur Registrirung des Eil- und Sprunglaufes. pag. 903 ist der Marey'sche Hodograph abgebildet. —

ad pag. 67. Pathologische Gangarten von Tabetikern, Paralytikern hat Zenker (Allg. Zeitschrift für Psychiatrie, Bd. XXVII und XXVI) genauer untersucht und namentlich für leztere eine ganze Anzahl von Gangarten, »die allerdings in einander übergehen können«, aufgestellt (citirt bei Schüle, Geisteskrankheiten, pag. 160 u. 161).

Preisverzeichniss der Apparate.

(Universitätsmechanicus E. Albrecht in Tübingen.)

Ein Paar Schuhe zum Abdruckverfahren (pag. 7)	15 M.
6 Schienen mit Ausflussröhrchen (pag. 12)	18,5 »
Ein Paar Schuhe für Zeitmessung und Abdruckverfahren (pag. 98)	30 »
Kymographion	450 »
Registrirapparat (pag. 102)	150 »
Batterie mit 16 grossen Meidinger'schen Elementen	88 »
Drähte dazu	28 »
Füllung der Elemente	35 »

Druckfehlerverzeichniss.

pag.	8	Zeile	4	von	oben	lies Mm. statt M.
»	17	»	4	»	»	» III statt IV.
»	23	»	18	»	»	» erfolgenden statt erfolgten.
»	62	»	5	»	»	» Horizontalprojektion statt Verticalprojection.
»	98	»	8	»	unten	streiche anderen.
»	104	»	9	»	oben	lies v statt o.
»	104	»	12	»	»	» t » L.

auf Tafel X lies IX^{b} statt IX.





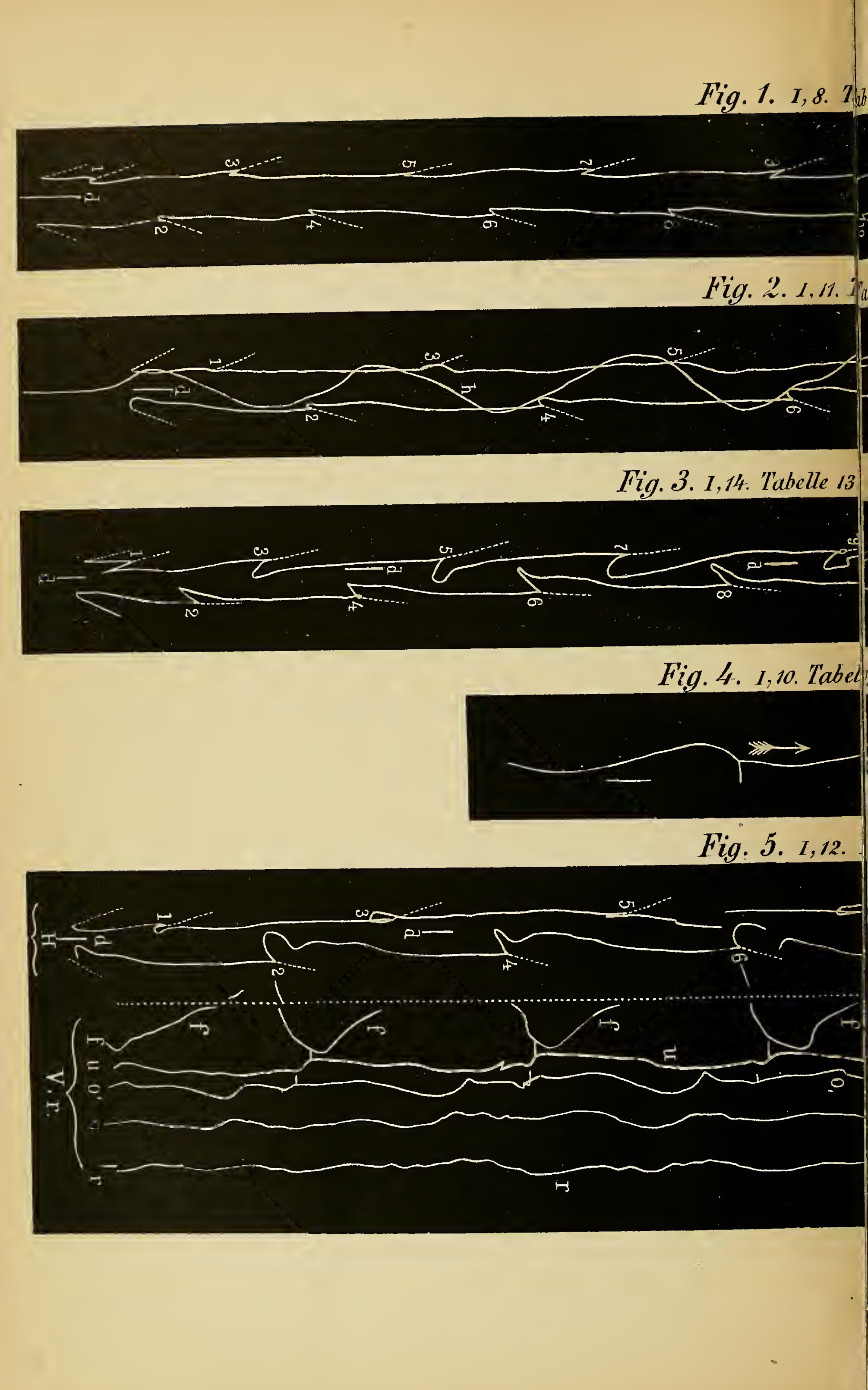


Fig. 1. 1,8. Tab

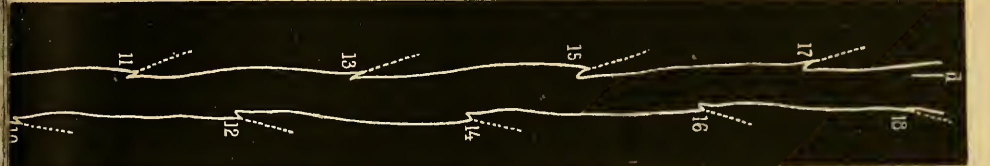
Fig. 2. 1,11. Ta

Fig. 3. 1,14. Tabelle 13

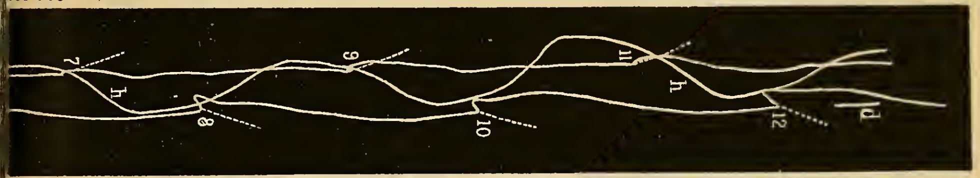
Fig. 4. 1,10. Tabel

Fig. 5. 1,12.

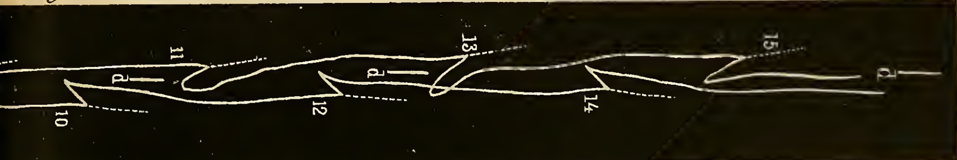
...belle 8. Norm.



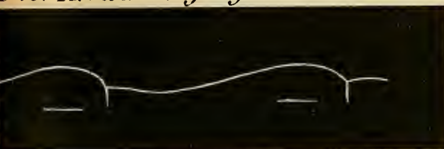
...abelle 11. Norm.



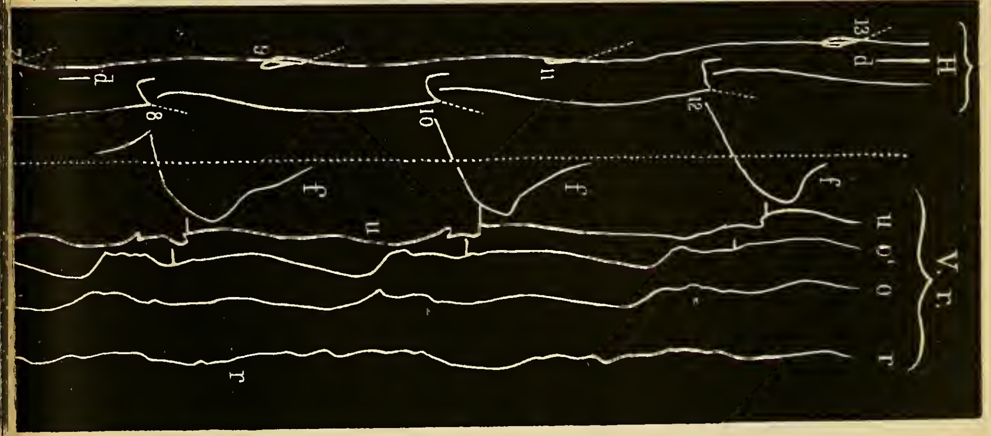
Gang auf den Zehen.



...e 10. Armschwingung.



...abelle 12. Norm.



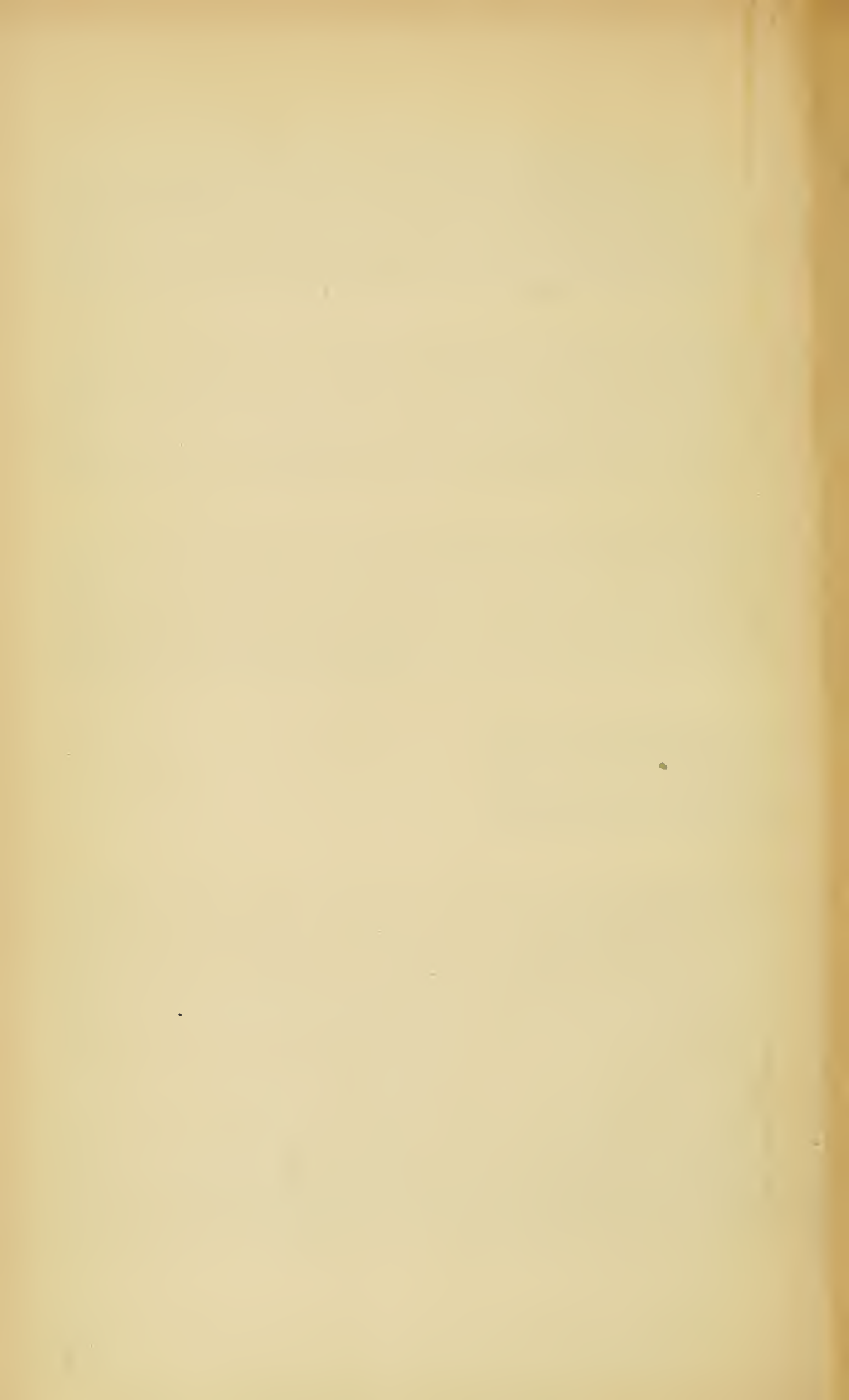




Fig 6.

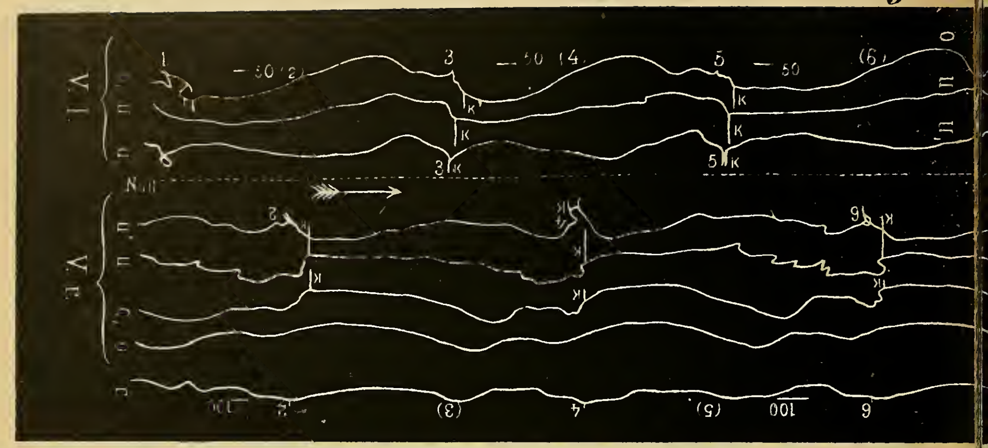


Fig. 7. I, 16. Tabe

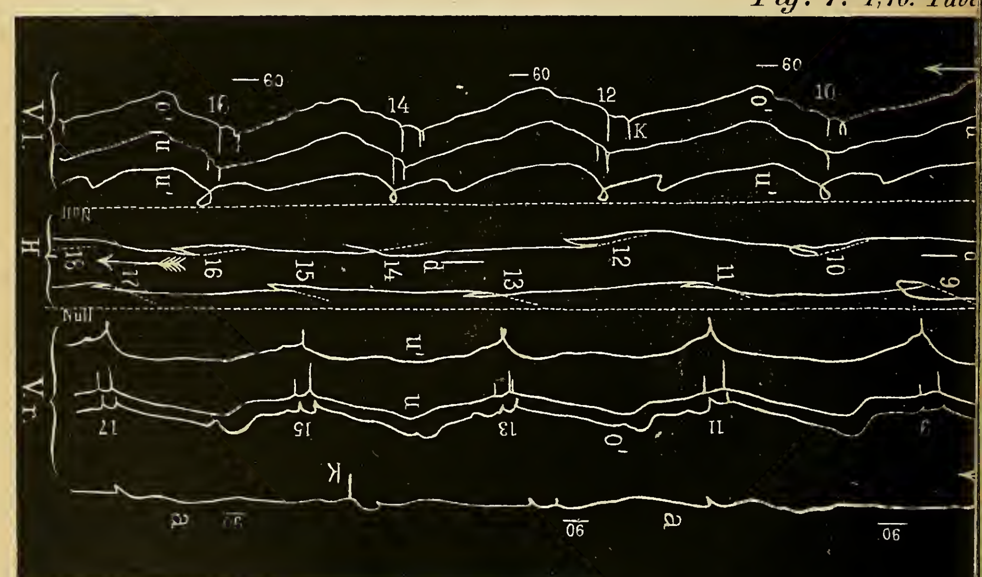
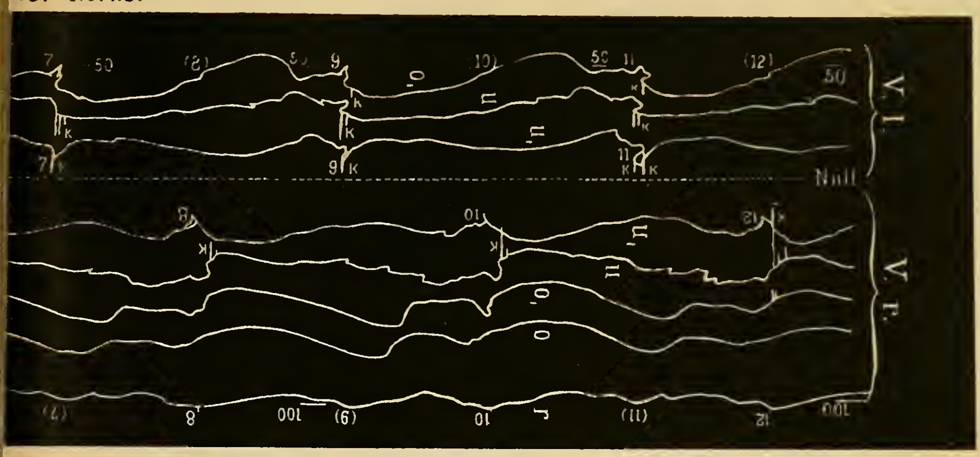


Fig. 8. I, 17. Ta

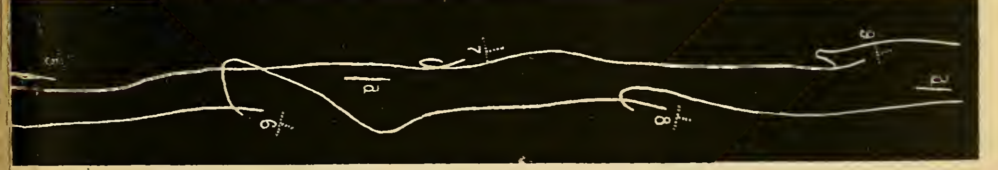


13. Norm.



lle 15. Rückwärtsgehen.

belle 16. Sprunglauf.





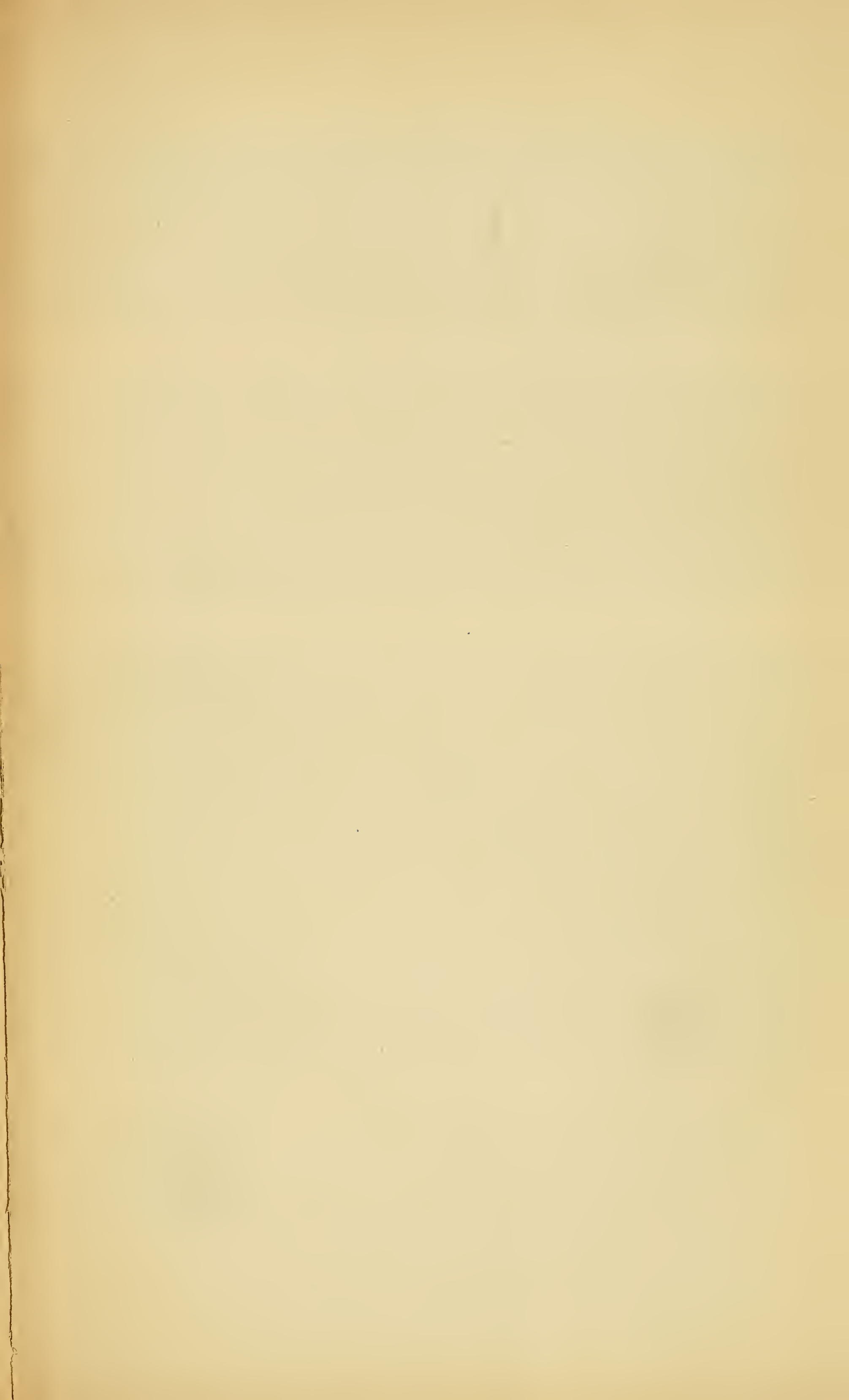


Fig. 9. I, 18. Tab

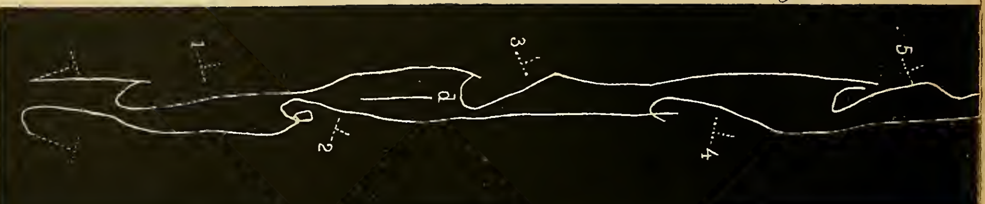


Fig. 10a. I, 19. Sprunglauf.



Fig. 11. II, 3. To

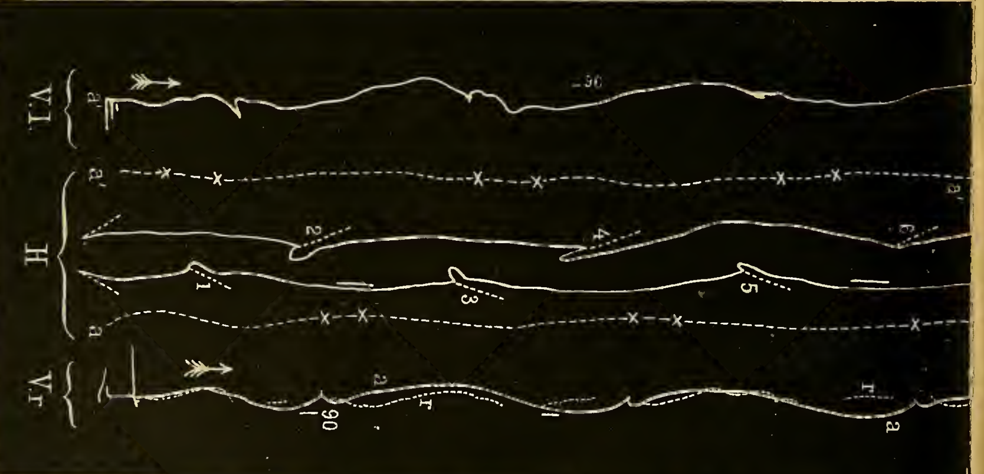
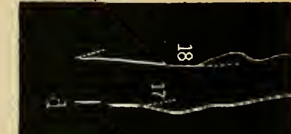


Fig. 12. IV. Tabelle



...lle 17. Sprunglauf.

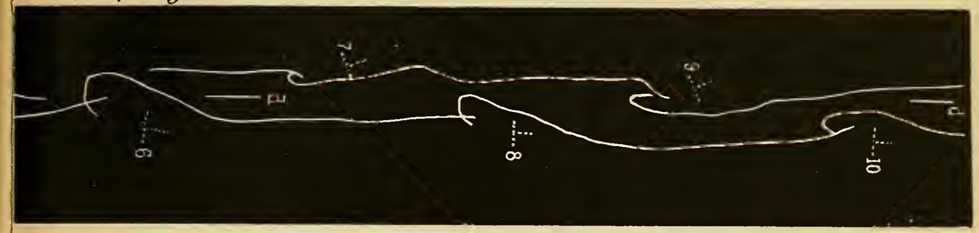
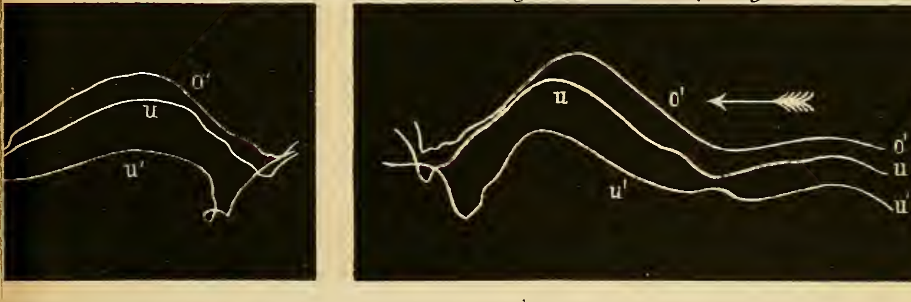
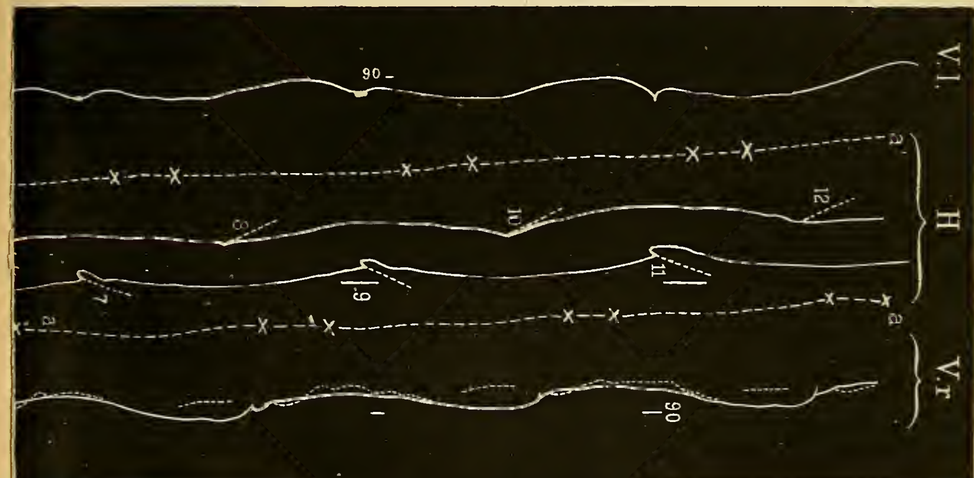


Fig. 10.b 1,19. Sprunglauf.



...belle 22. Norm.



...24. (4½ j. Knabe)



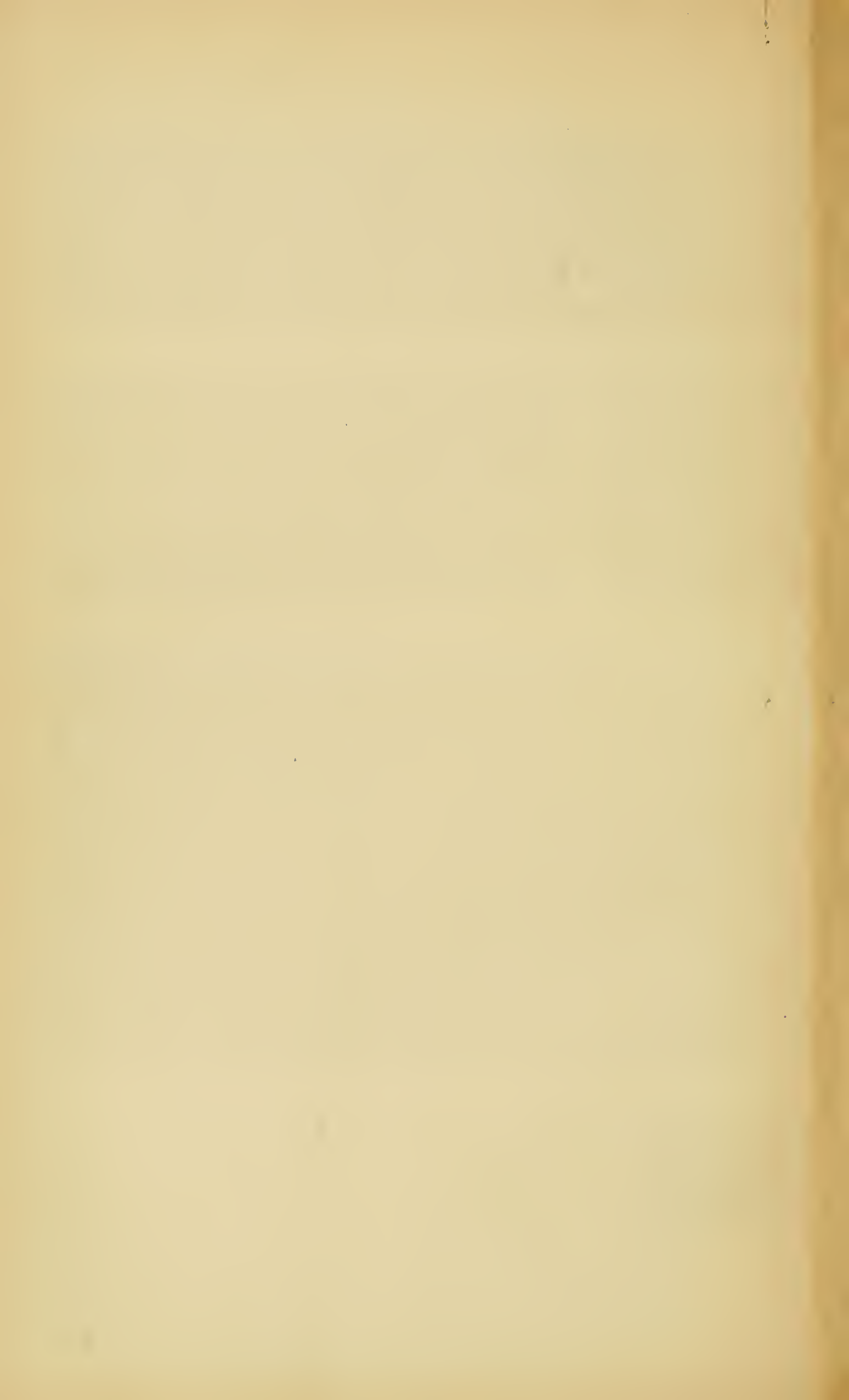




Fig. 13. V. Tabelle



Fig. 14. VI. Tabelle

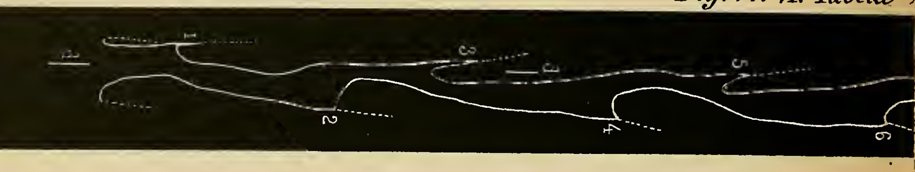


Fig. 15. VIII, 1. Tabelle 29.

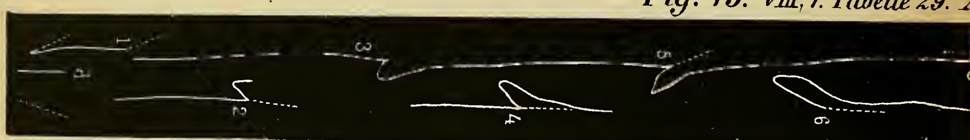


Fig. 16. VIII, 2. Tabelle 30.

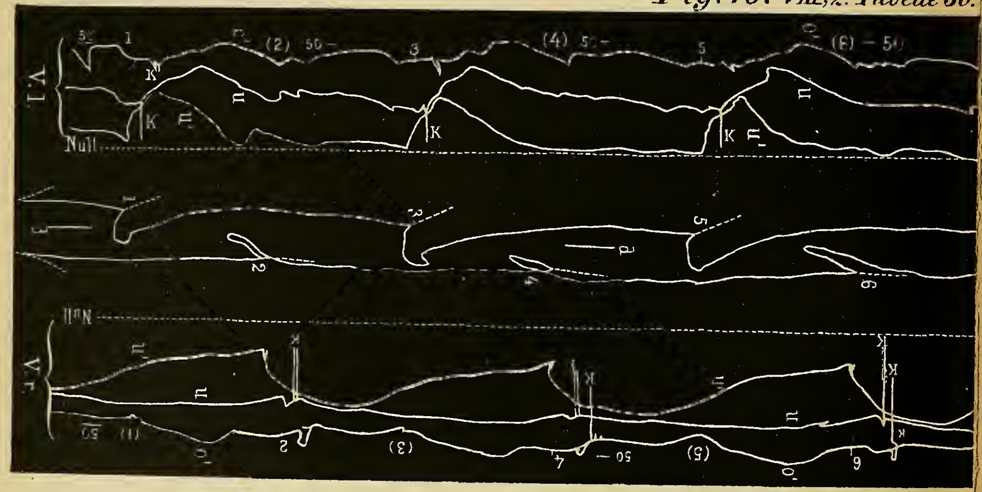
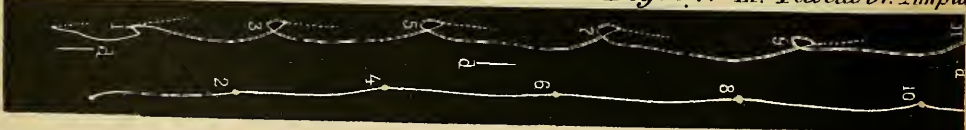


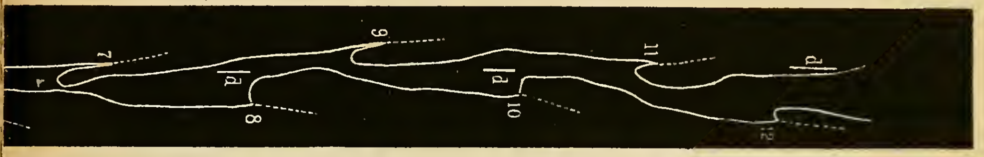
Fig. 17. IX. Tabelle 31. Ampu



25. (2½ j. Knabe.)



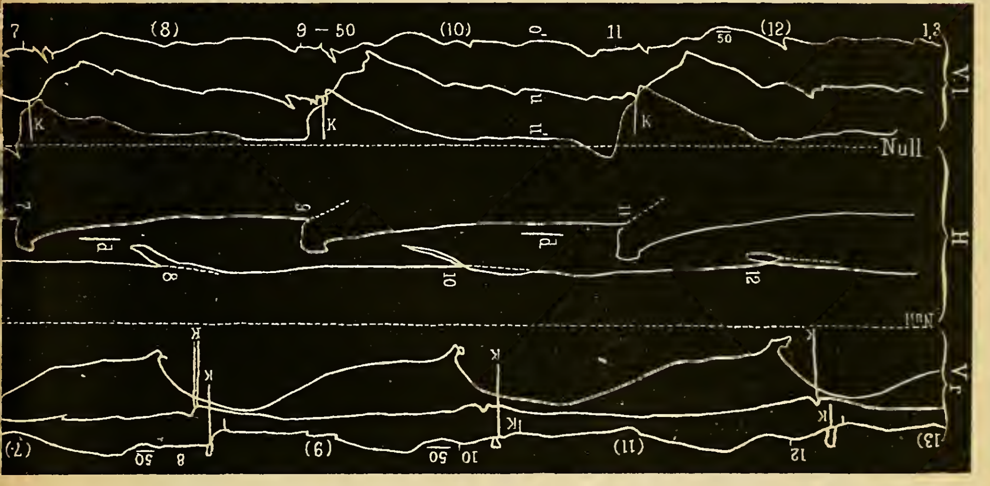
26. (Alter Mann.)



nchylosis articul. genu. sin.



Anchylosis articul. genu. sin.



utio femoris dextri. R. Krücke.



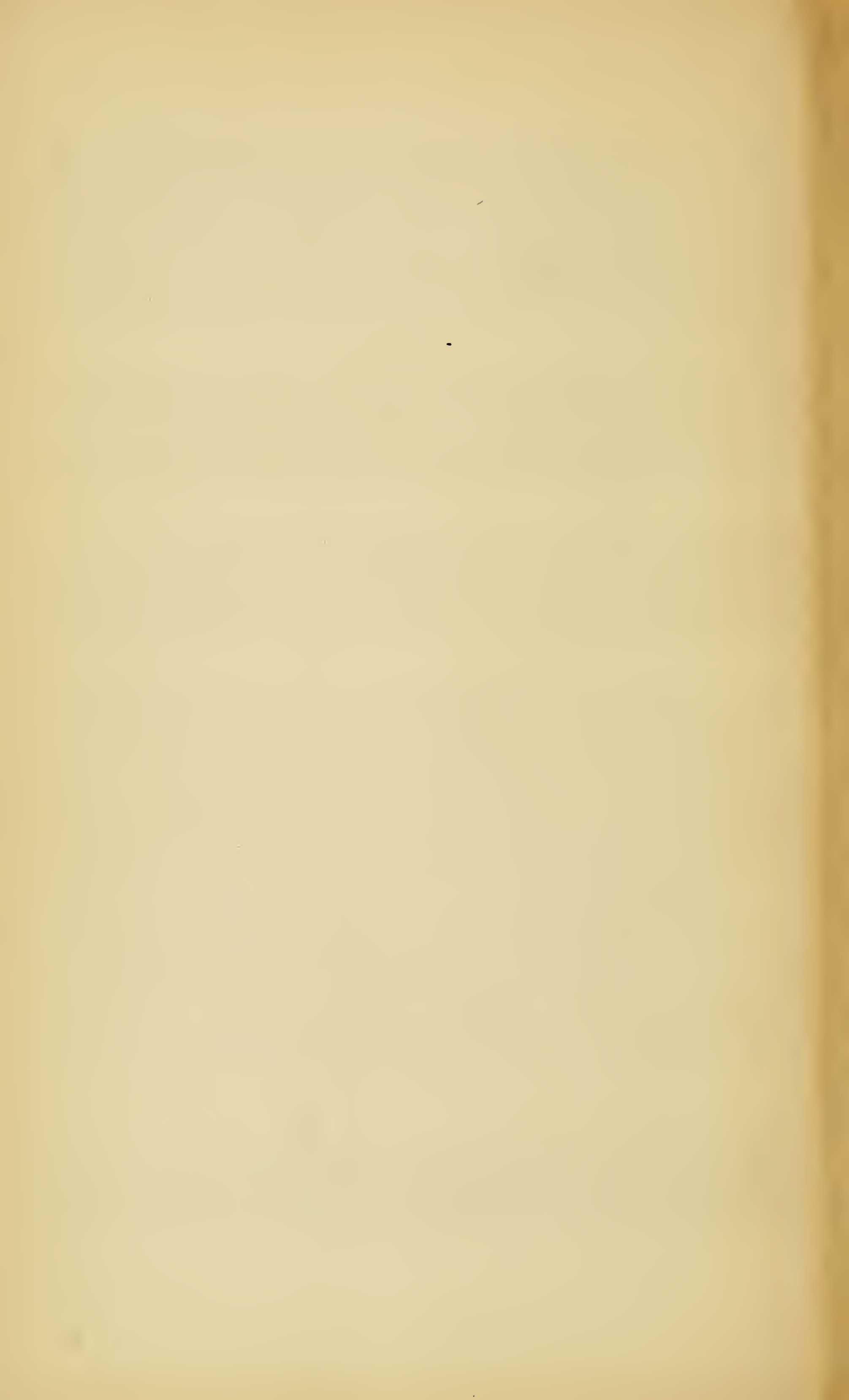




Fig. 18. X. *Tabelle 32. Amputatio utrius*

Fig. 19.ª XI, 1. *Tabelle 33. Gang b*

Fig. 19.ᵇ XI, 2. *Tabelle 34.*

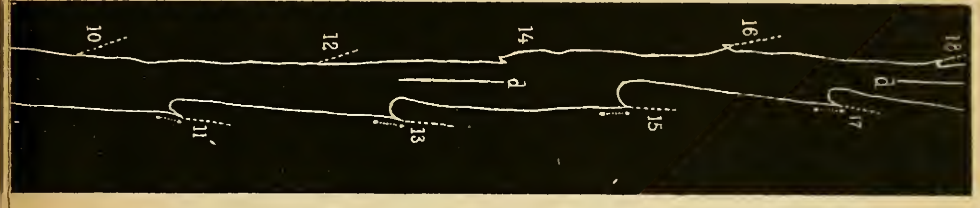
Fig. 20. XII. *Tabelle 35. Breitspurig*

Fig. 21. XIII. *Tabelle 36. Breitspurig*

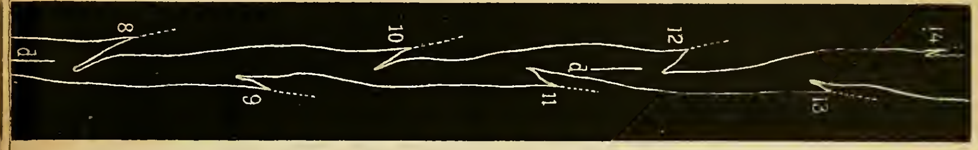
que cruris. R. Künstlicher Fuss. L. Stelzfuss.



ei einfacher motorischer Schwäche.



derselbe 5 Wochen später.



-schleudernder Gang. (Tabes dorsualis.)



-schleudernder Gang. (Tabes dorsualis.)

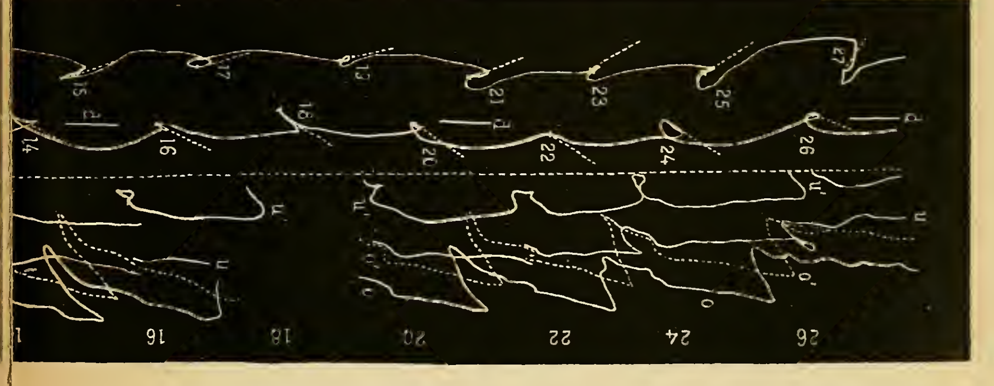






Fig. 22. XIV. Tabelle 37.

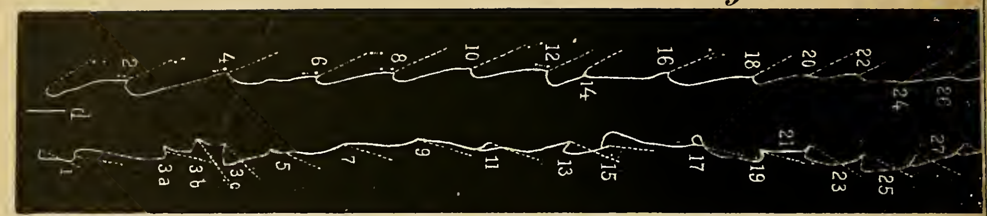


Fig. 23. XV. Tabelle 38. E

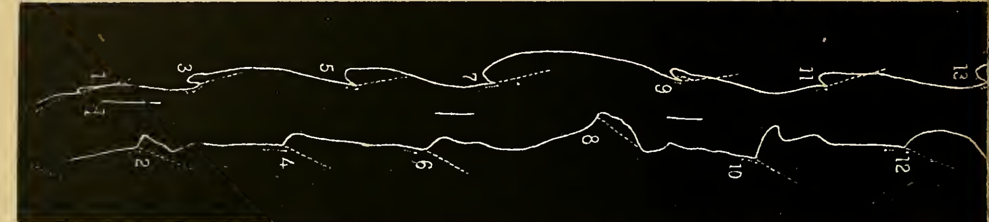


Fig. 24. XVI. Tabelle 39. Schmalspuriger, part

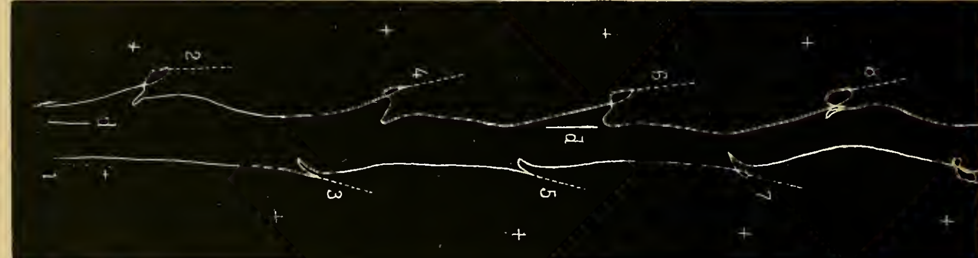


Fig. 25. XVII. Tabelle 40. Schmalspurig-ataktisc

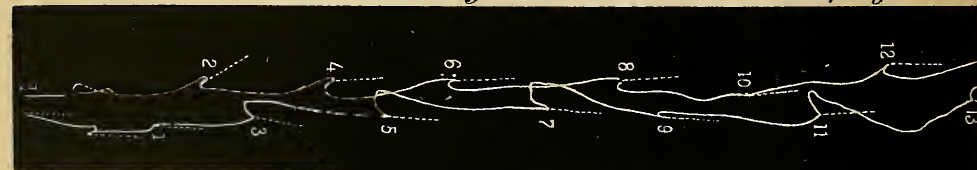
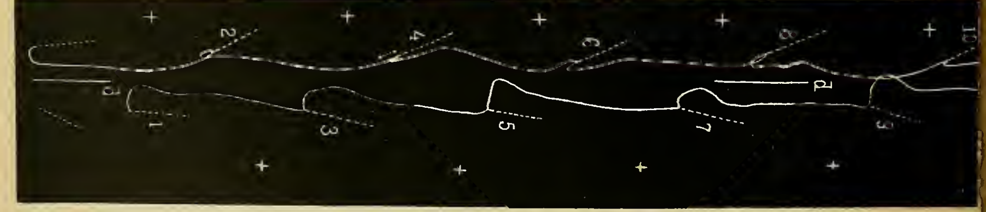
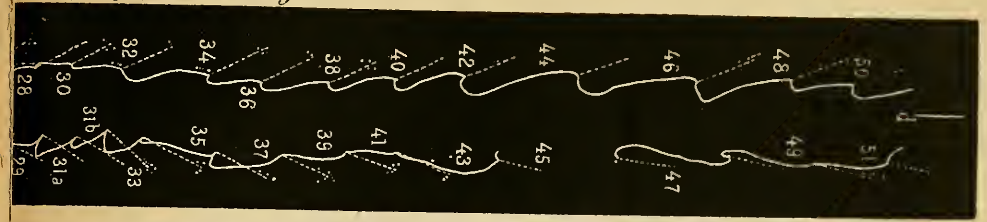


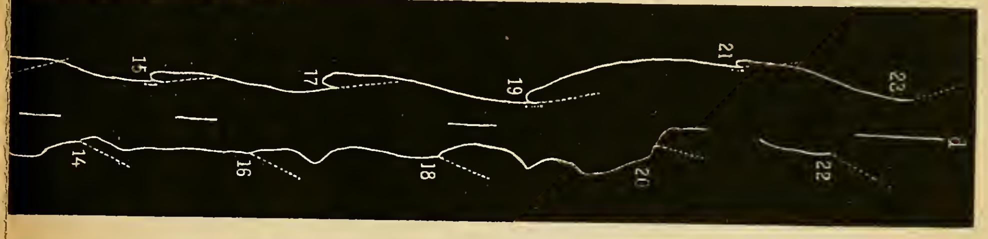
Fig. 26. XVIII. Tabelle 41. Schmalspurig-at



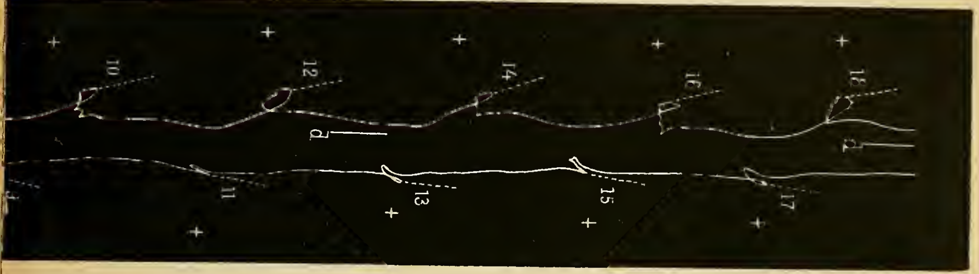
Breitspurig-spastischer Gang.



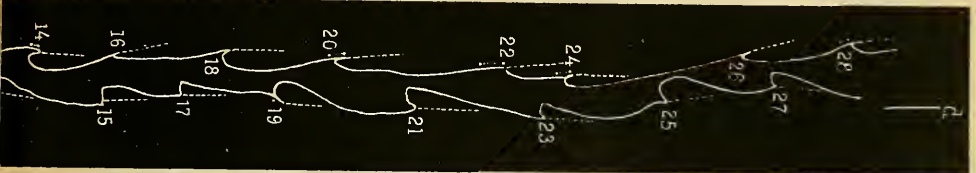
reitspurig - ataktischer Gang.



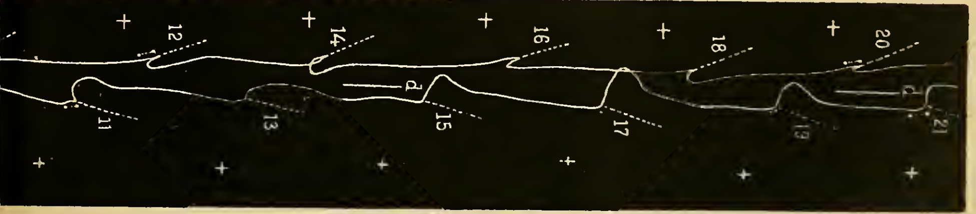
iell uncoordinirter Gang mit sehr grosser Spreizweite.

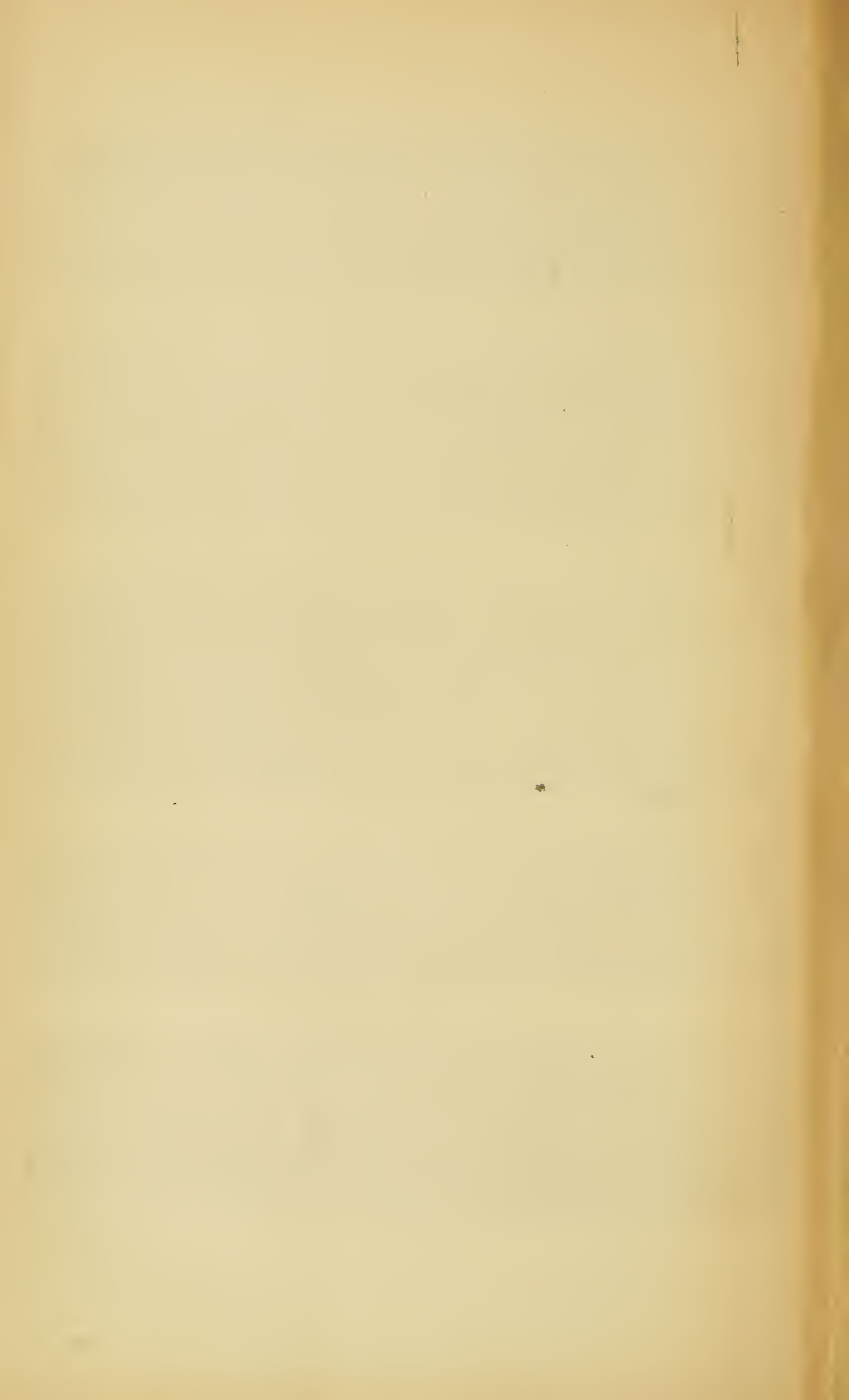


her Gang mit mittelgrosser Spreizweite (Reducirte Curve!)



aktischer Gang mit normaler Spreizweite.







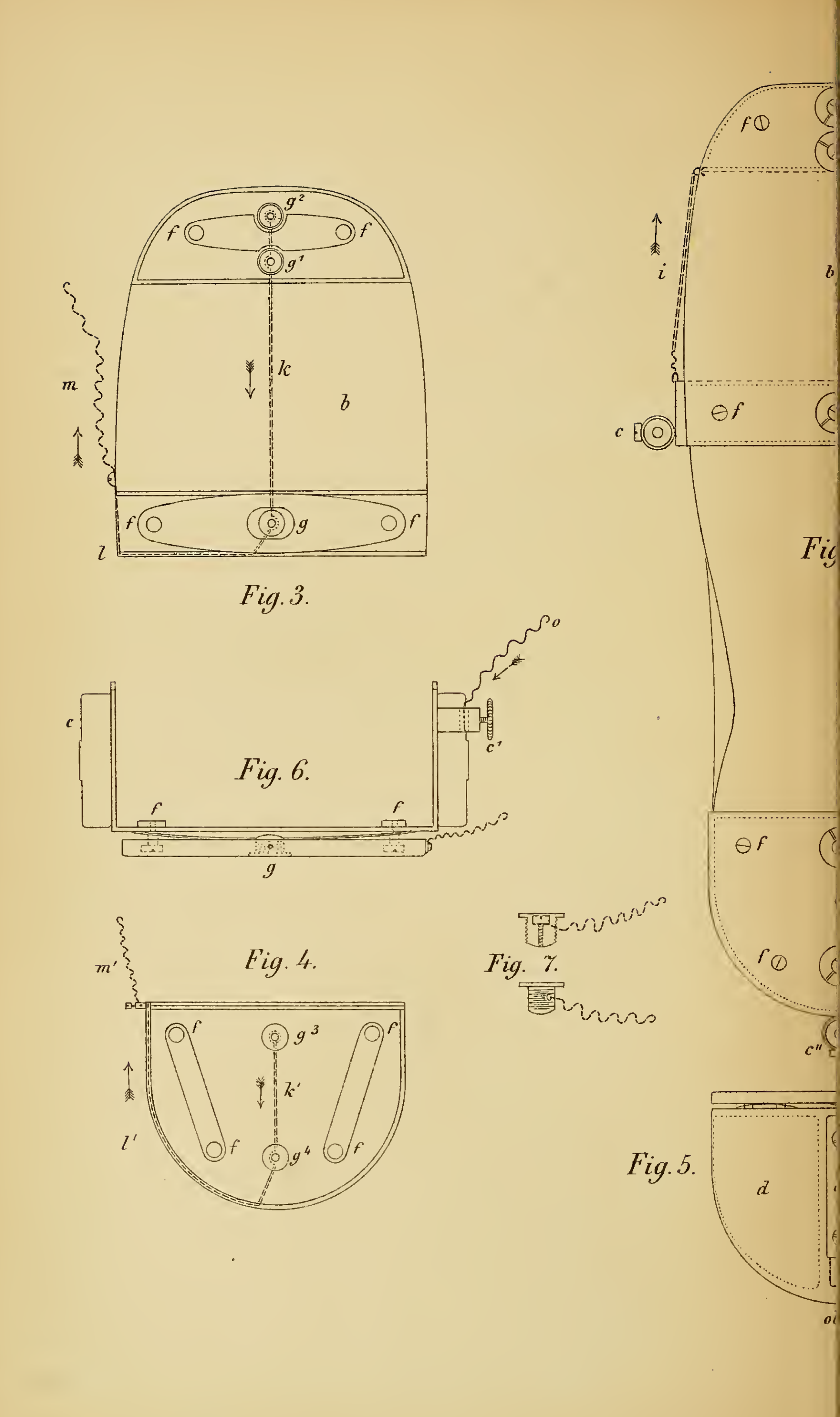
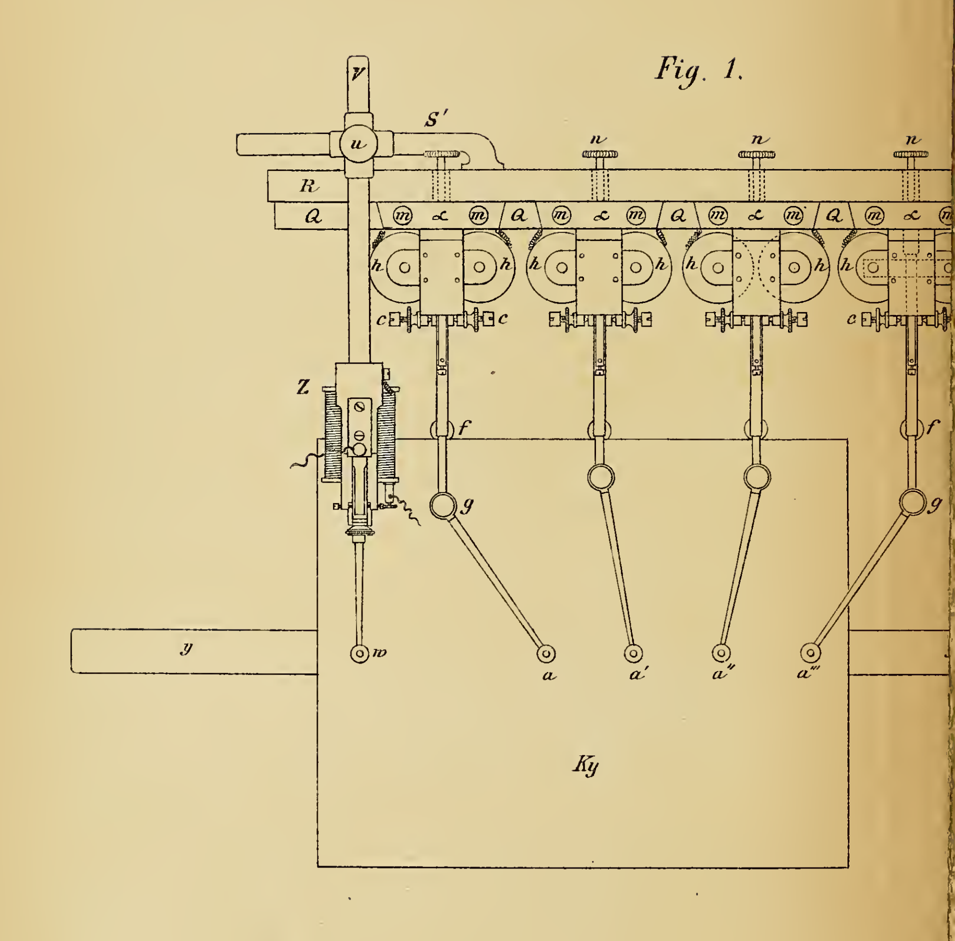

g2
f
f
g1
k
b
m
l
g
Fig. 3.
o
c
c'
Fig. 6.
f
g
m'
Fig. 4.
Fig. 7.
g3
k'
l'
g4
i
c
Fig. 5.
d
c''

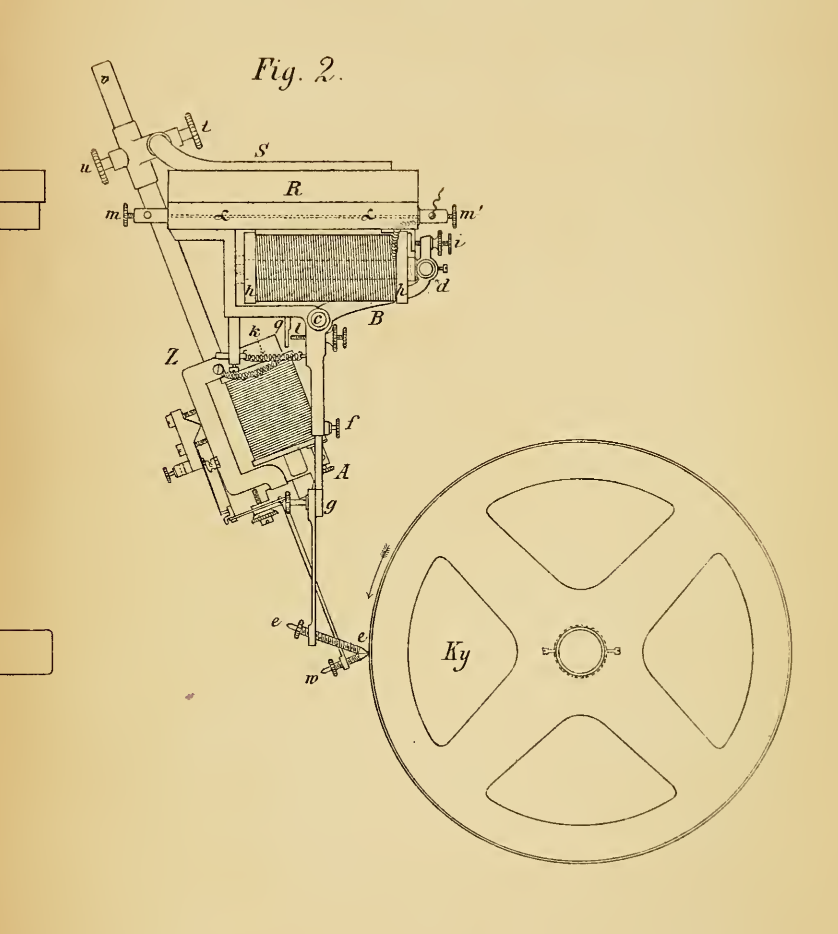
Fig. 2.



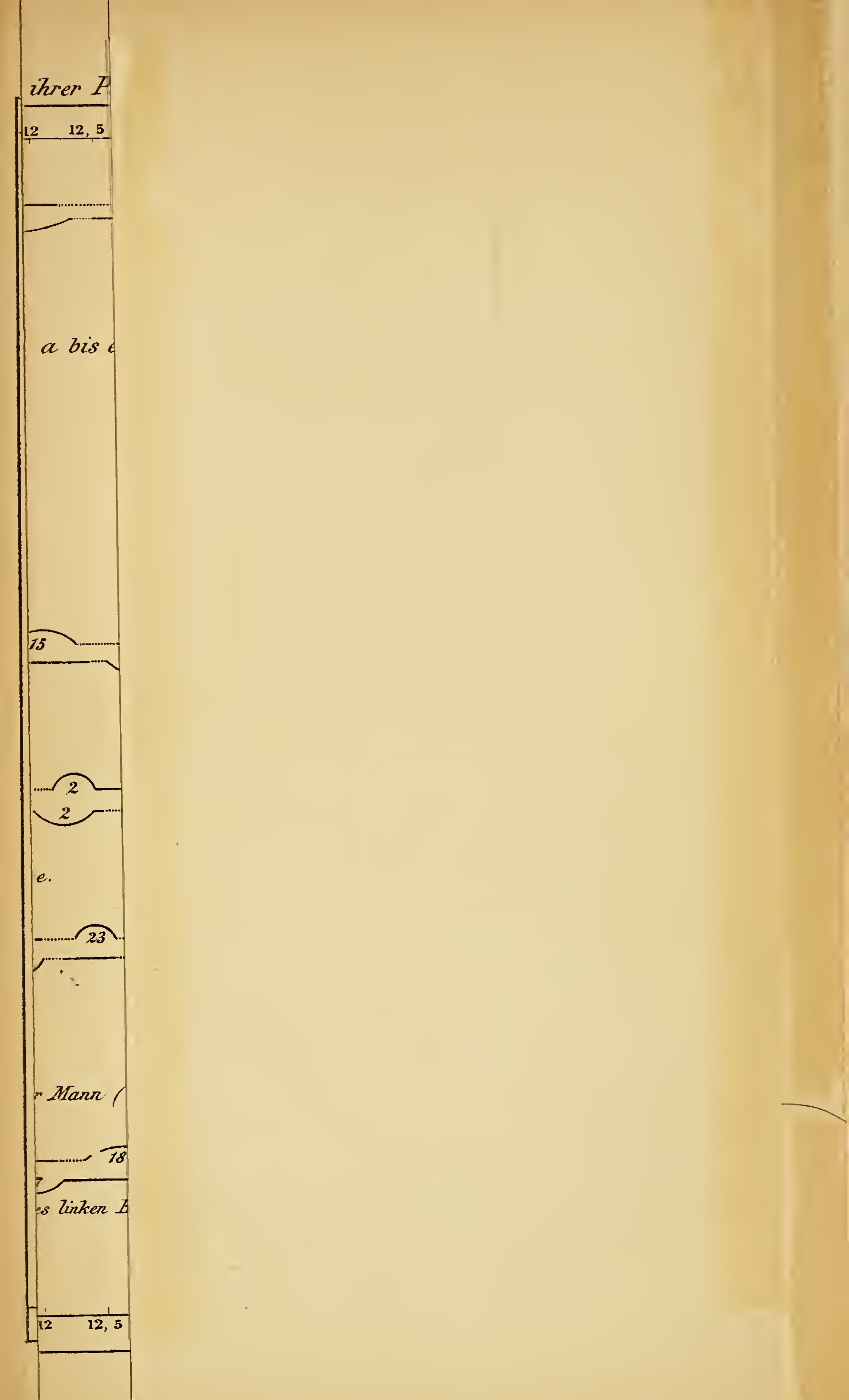



Fig. 1.
V
S'
u
n
n
n
R
Q
m
m
h
c
f
g
Z
y
w
a
a'
a''
a'''
Ky

Taf. VIII.






ihrer P
12
12, 5
a bis e
15
2
2
e.
23
r Mann (
18
7
es linken E
12
12, 5

Die Zeitdauer der Einzelschritte und ihrer Phasen.

Zeitsekunden 0 0,5 1 1,5 2 2,5 3 3,5 4 4,5 5 5,5 6 6,5 7 7,5 8 8,5 9 9,5 10 10,5 11 11,5 12 12,5 13 13,5 14 14,5 15 15,5 16 16,5 17 17,5 18 18,5 19 19,5 20 20,5 21 21,5

I^a

I^b

I^c a bis e Gehen

I^e

I^f Springen

I^g Springen

I^h Rückwärtsgehen.

I^i Polka

I^k Galoppade

I^m 3 Sprünge, mit beiden Beinen gleichzeitig beabsichtigt.

III Gehen 10 jähriger Knabe.

V Gehen 2 jähriges Mädchen.

VI Parademarsch

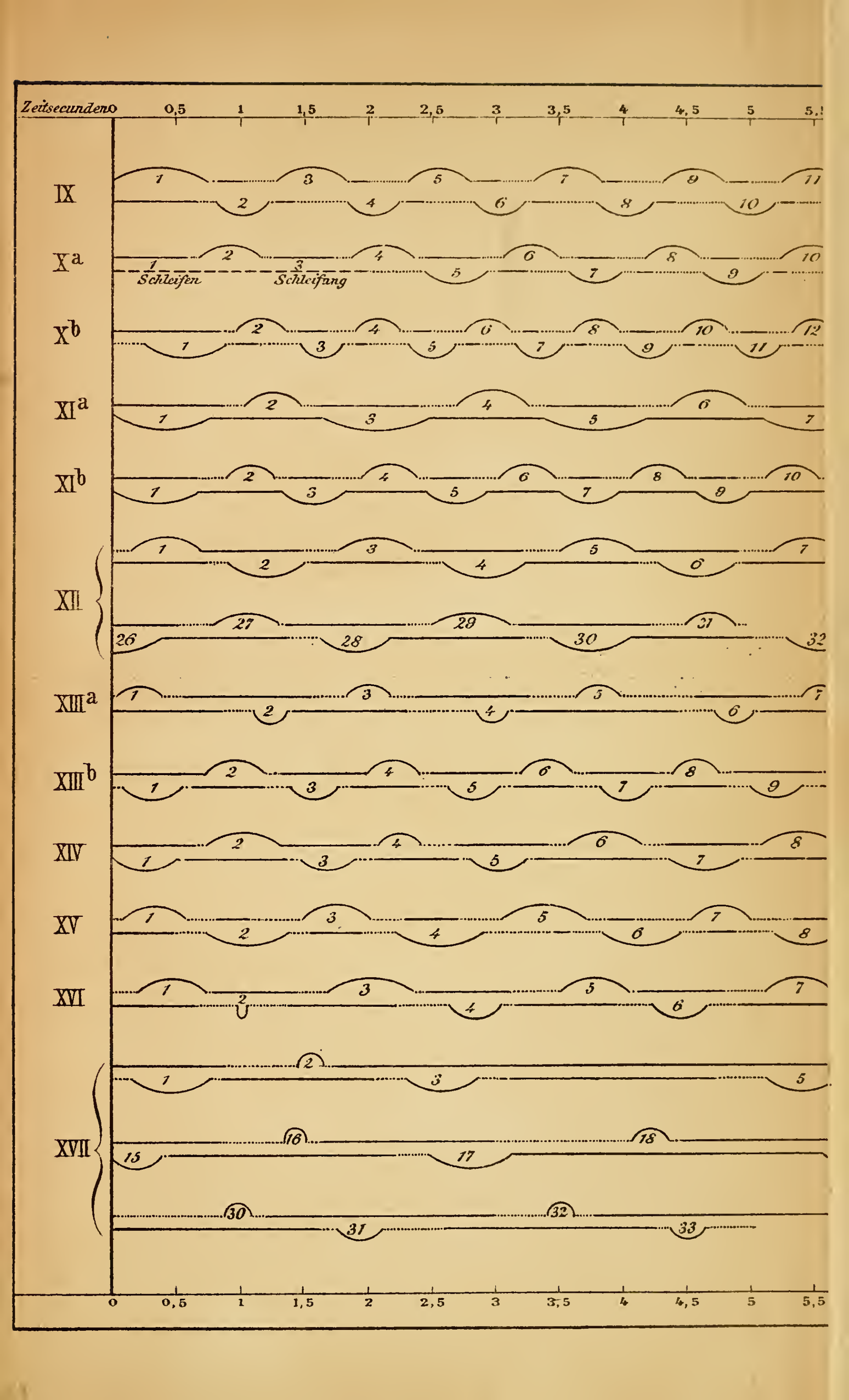
VII alter Mann (71 Jahre)

VIII 93 jähriger Mann.

(23) Schleifen

Die Unterbrechungen am Anfang der meisten Schwingungen des linken Beines sind durch ein kurzes Aufsezen und Schleifen des Ballens verursacht.

0 0,5 1 1,5 2 2,5 3 3,5 4 4,5 5 5,5 6 6,5 7 7,5 8 8,5 9 9,5 10 10,5 11 11,5 12 12,5 13 13,5 14 14,5 15 15,5 16 16,5 17 17,5 18 18,5 19 19,5 20 20,5 21 21,5



Zeitsecunden 0 0,5 1 1,5 2 2,5 3 3,5 4 4,5 5
IX
Xa
Schleifen
Schleifung
Xb
XIa
XIb
XII
XIIIa
XIIIb
XIV
XV
XVI
XVII
0 0,5 1 1,5 2 2,5 3 3,5 4 4,5 5 5,5

Die Zeitdauer der Einzelschritte und ihrer Phasen.

Zeitsecunden

IX — *Anchylosis artic. genu sinistr.*

X a — Schleifen, Schleifang

X b

X a, X b — *Anchylosis artic. genu dextr.*

XI a — *Krücke. Gewöhnliches Gehen*

XI b — *Krücke. Schnelles Gehen*

XI a, XI b — *Amputatio femoris dextri.*

XII — *Progressive Muskelatrophie.*

XIII a

XIII b — *21 Tage später (ohne Stock)*

XIII a und XIII b *Meningitis spinalis*

XIV — *Tabes dorsualis.*

XV — *Chorea minor.*

XVI — *Hemiplegia sinistra.*

XVII — *Lateralsclerose.* — *50,6 Secunden*








COLUMBIA UNIVERSITY LIBRARIES
0041068980

